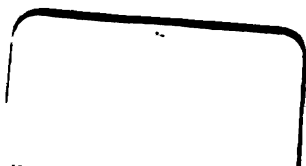




ANNALES
DES MINES,

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES

ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RAPPORTENT ;

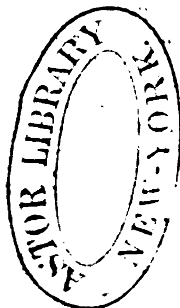
RÉDIGÉES

Par les Ingénieurs des Mines,

ET PUBLIÉES

Sous l'autorisation du Sous-Secrétaire d'État au ministère des Travaux Publics.

QUATRIÈME SÉRIE.



TOME Ier.

PARIS.

CARILIAN-GOEURY ET Vor DALMONT,

LIBRAIRES DES CORPS ROYAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,

Quai des Augustins, nos 39 et 41.

1842.

COMMISSION DES ANNALES DES MINES.

Les *Annales des Mines* sont publiées sous les auspices de l'administration générale des Ponts et Chaussées et des Mines, et sous la direction d'une commission spéciale formée par le Sous-Secrétaire d'Etat au ministère des travaux publics. Cette commission est composée, ainsi qu'il suit, des membres du conseil général des mines, de l'inspecteur des études et des professeurs de l'École des mines, du chef de la division des mines, d'un ingénieur secrétaire, et d'un ingénieur secrétaire-adjoint.

M. Ebelmen est chargé spécialement de la traduction des mémoires étrangers.

L'administration a réservé un certain nombre d'exemplaires des *Annales des Mines*, pour être envoyés, soit à titre de don aux principaux établissements nationaux et étrangers, consacrés aux sciences et à l'art des mines, soit à titre d'échange aux rédacteurs des ouvrages périodiques français et étrangers, relatifs aux sciences et aux arts. — Les lettres et documents concernant les Annales des Mines doivent être adressés, *sous le couvert de M. le sous-secrétaire d'état au ministère des travaux publics*, à *M. le secrétaire de la commission des Annales des Mines*, à Paris.

Avis de l'Éditeur.

Les auteurs reçoivent *gratis* 10 exemplaires de leurs articles. Ils peuvent faire faire des tirages à part à raison de 10 fr. par feuille pour le premier cent, et de 5 fr. pour les suivants..

La publication des *Annales des Mines* a lieu par cahiers ou livraisons qui paraissent tous les deux mois.—Les trois livraisons d'un même semestre forment un volume. — Les deux volumes composant une année contiennent de 60 à 80 feuilles d'impression, et de 18 à 24 planches gravées. — Le prix de la souscription est de 20 fr. par an pour Paris, de 24 fr. pour les départements, et de 28 fr. pour l'étranger.

PARIS. — IMPRIMERIE DE FAIN ET THUNOT,
IMPRIMEURS DE L'UNIVERSITÉ ROYALE DE FRANCE,
Rue Racine, 28, près de l'Odéon.

RAPPORT

Sur l'explosion d'une chaudière à vapeur à bord du paquebot le Riverain *n° 1, naviguant entre Nantes et Angers;*

Par M. COMBES, Ingénieur en chef des mines.

Le paquebot à vapeur *le Riverain* n° 1 partit de Nantes pour Angers le 25 janvier 1842, à six heures du matin, sous le commandement du capitaine Tourneau; il s'arrêta un instant vis-à-vis la ville d'Ancenis, et au moment du départ une des chaudières fit explosion.

Sur l'avis qui lui fut donné de cet événement par le sous-préfet d'Ancenis, M. le préfet de la Loire-Inférieure fit immédiatement partir de Nantes deux membres de la commission de surveillance des bateaux à vapeur, chargés de dresser procès-verbal des faits, et de rechercher les causes de l'explosion.

Le 26 janvier, à onze heures et demie du matin, le bateau fut visité par M. Lorieux, ingénieur en chef des mines, membre de la commission : le sous-préfet, le procureur du roi, le juge de paix d'Ancenis étaient présents à cette visite, à laquelle assistaient MM. Adolphe Métois, directeur de la compagnie des Riverains du haut de la Loire; Lotz jeune, mécanicien, demeurant à Nantes; Tourneau, capitaine du paquebot; Cadrul, patron; Delivet et Hardouin, matelots à bord du même paquebot.

Aucun changement n'avait été fait à l'appareil

à vapeur depuis l'accident arrivé la veille. On avait eu la précaution de placer à bord, aussitôt après la catastrophe, un factionnaire chargé de veiller à ce que toutes choses restassent dans le même état.

Les faits consignés dans le rapport de M. Lorieux, adopté par la commission de surveillance de Nantes, sont les suivants :

La machine du bateau à vapeur *le Riverain* n° 1 venait d'être réparée par M. Lotz aîné, mécanicien de Nantes : il avait visité les chaudières extérieurement et intérieurement, reconnu qu'elles étaient en bon état et qu'il n'y avait aucune réparation à y faire.

Le paquebot partit de Nantes pour la première fois le dimanche 23 janvier. Il fut conduit ce jour-là par M. Lotz lui-même jusque vers Saint-Florent; il revint à Nantes le lundi 24 et repartit le mardi 25, jour de l'accident. La machine était conduite par un bon mécanicien des ateliers de M. Lotz, et le mécanicien particulier du *Riverain* était également à bord.

La machine fonctionnait à haute pression et avec condensation : elle est à un seul cylindre de $0^m,58$ de diamètre intérieur; la course du piston est de $0^m,75$.

La vapeur était fournie par deux chaudières semblables entre elles, qui sont très-exactement représentées dans le dessin joint au rapport de la commission.

Chacune d'elles (*Pl. I, fig.* 1, 2, 3, 4) est formée de deux tuyaux cylindriques horizontaux en tôle de fer, placés l'un dans l'autre de façon que leurs axes se confondent, et d'un réservoir de vapeur également cylindrique, à axe vertical, fixé sur le

tuyau-enveloppe à la partie antérieure de la chaudière, au-dessus du foyer.

Le tuyau cylindrique intérieur a une longueur totale de $8^{m},80$, un diamètre intérieur de $0^{m},60$; l'épaisseur de la tôle dont il est formé est de 6 1/2 à 7 1/2 millimètres. Le foyer établi dans l'intérieur de ce tube occupe à sa partie antérieure une longueur de 2 mètres; il est limité à l'arrière par un autel ou pont en maçonnerie de briques, ayant une épaisseur de $0^{m},45$ et dont le parement supérieur s'élève jusqu'à $0^{m},13$ de distance du dôme du cylindre. La flamme et le gaz résidus de la combustion, après avoir traversé l'étranglement qui est à l'arrière du foyer, arrivent directement par le tuyau intérieur dans la cheminée commune aux deux chaudières, qui est établie à l'extrémité de celles-ci.

Le tuyau extérieur enveloppe concentriquement celui dont nous venons de parler; l'espace annulaire compris entre les deux tuyaux, et qui doit être constamment rempli d'eau liquide, a une largeur de 5 centimètres, dans le sens du rayon. Cette largeur augmente vers l'avant de la chaudière : sur la longueur correspondante au foyer intérieur, l'écartement intérieur des deux tuyaux est de $0^{m},24$ sur le dôme, et de $0^{m},06$ à l'extrémité inférieure du diamètre vertical. Cette partie renflée se raccorde avec le reste du tuyau par une partie en forme de tronc de cône, dont la longueur est de $0^{m},78$ environ.

Le réservoir de vapeur, ayant un diamètre extérieur de $0^{m},74$, est ajusté sur la partie renflée du tuyau extérieur : il a une hauteur verticale de $1^{m},38$ environ.

Les tuyaux intérieur et extérieur sont reliés par

une extrémité par un bouchon de plomb. Ce tube était appliqué par l'extrémité ainsi fermée sur la tôle du tuyau intérieur, au-dessus du foyer ; il traversait les parois de la chaudière et débouchait dans l'atmosphère. Si le niveau de l'eau venait à s'abaisser au-dessous du dôme du tuyau intérieur, la chaleur de la tôle fortement échauffée devait déterminer la fusion du plomb, et la vapeur s'échappant par l'orifice supérieur du tube avertissait le mécanicien du danger. Il est dit dans le rapport de la commission de surveillance de Nantes, que l'efficacité de cet appareil a été expérimentée plusieurs fois. Or, après avoir enlevé le tube adapté à la chaudière qui a fait explosion, on a reconnu que le bouchon de plomb touchait à la plaque de tôle placée immédiatement au-dessus du foyer, et qu'il ne portait aucune trace de fusion ou de ramollissement.

Avant d'arrêter le bateau aux endroits où l'on fait escale, l'usage est de pourvoir la chaudière d'eau abondamment, de manière à ce que le niveau s'élève jusqu'au-dessus du robinet supérieur adapté au réservoir ; le chauffeur ouvre la porte du foyer pour diminuer la vaporisation, en même temps que le mécanicien soulève le levier d'une des soupapes au moyen d'une corde dont il attache l'extrémité à un point fixe.

Dans sa visite du 26 janvier, M. Lorieux reconnut que la chaudière de tribord ne présentait aucune fissure, aucune fuite ni altération de forme : elle était vide d'eau jusqu'aux 2/3 de sa hauteur environ.

La chaudière de bâbord seule avait été rompue.

Les circonstances de l'accident ont été soigneusement constatées dans le rapport de la commis-

sion de surveillance de Nantes, dont ce qui suit est extrait textuellement :

« Les briques qui forment l'autel avaient été » projetées au dehors dans le local de la machine » et jusque dans la chambre des passagers. Le » foyer est formé de deux rangées de barreaux, » composées de dix-sept chacune : les barreaux » les plus éloignés avaient été rejetés sur ceux » de l'avant; ceux-ci même étaient tous déplacés, » à l'exception de cinq; deux barreaux du fond, » d'environ 11 kilogrammes chacun, ont été trou» vés à 3 mètres du foyer.

» Aucune pièce de la machine ne paraît altérée, » à l'exception de deux tuyaux des pompes d'épui» sement du bateau. A l'extrémité du local de la » machine, à cinq mètres du foyer, la cloison en » planches de sapin de $0^{m},02$ a été emportée. Le » corps du chauffeur de la chaudière de bâbord a » été projeté jusque dans la chambre des passa» gers; la pelle qu'il tenait à la main a été lancée » jusque dans la cloison qui forme l'avant du ba» teau. Des hommes employés dans le local de la » machine (deux chauffeurs, un aide et le méca» nicien), un a été tué sur-le-champ, les trois » autres sont morts dans le jour qui a suivi. Tous » les passagers occupant la chambre du devant ont » été grièvement brûlés; plusieurs sont morts des » suites de leurs blessures. Les détails concer» nant les victimes de ce déplorable événement » ont été consignés dans des procès-verbaux rédi» gés immédiatement après l'explosion; nous » avons cru inutile de les reproduire ici pour ne » nous occuper que des faits matériels.

» En pénétrant, dans la chaudière de bâbord, » dans le tube intérieur qui conduit à la cheminée

» la flamme et la fumée, nous avons reconnu, à
» 3 mètres de la porte du foyer, une déchirure
» *perpendiculaire à l'axe* du cylindre; elle part du
» point F à droite, et se continue à gauche jusqu'à
» l'extrémité du diamètre horizontal à gauche. Elle
» se prolonge sur plus d'un quart de la circonférence.
» La tôle de la partie inférieure à l'arrière de la
» déchirure est en partie appliquée sur la portion
» supérieure, matée, pour ainsi dire, de manière
» qu'entre les deux tôles on ne ferait pas passer
» une pointe d'aiguille; l'autre portion s'en dé-
» tache, comme cela est représenté sur la figure.
» A l'avant de la déchirure la tôle se relève; elle a
» été refoulée vers la partie supérieure qu'elle ne
» touche point. Le tout présentait à l'eau et à la
» vapeur une ouverture de $0^m,30$ de largeur sur
» $0^m,50$ environ; près du bord de la déchirure
» l'épaisseur de la tôle varie entre $0^m,003$ et $0^m,005$,
» tandis qu'ailleurs nous avons trouvé de $0^m,0065$
» à $0^m,0075$.

» Nous avons laissé les mesures comme nous les
» avions prises, dans la chaudière, le 26 jan-
» vier 1842. Depuis on a coupé la tôle, et en me-
» surant son épaisseur sur la partie rompue nous
» avons trouvé de $0^m,00225$ à $0^m,004$.

» La partie la plus mince n'a que $0^m,00225$ à
» $0^m,003$ sur 2 centimètres de longueur; elle com-
» mence à droite même de la ligne de rivets qui
» forment l'arête inférieure du tube; la tôle est là
» granuleuse, tandis qu'elle est nerveuse et lamel-
» leuse partout ailleurs.

» Près de l'arête supérieure du cylindre à l'avant
» de la déchirure, on remarque également une dé-
» pression longitudinale. Il nous a été dit qu'elle

» existait en partie avant que le bateau eût repris
» son service.

» A l'arrière de la chaudière on a figuré sur le
» plan une dépression que nous n'avions pas ob-
» servée.

» Le 29 janvier, à midi, le bateau étant arrivé
» à Nantes, tous les membres de la commission
» de surveillance se sont réunis à bord pour
» prendre ensemble connaissance de tous les faits
» relatifs à l'explosion. M. le préfet de la Loire-
» Inférieure a assisté à cette opération.

» La commission s'est retirée après avoir décidé
» que des plaques de tôle seraient coupées sur le
» cylindre intérieur, l'une à 2 mètres, et l'autre
» à 3 mètres de la cheminée.

» Il a été reconnu : 1° que les épaisseurs étaient
» 0,0065 et 0,0075 (d'après l'instruction du 12 juil-
» let 1828, l'épaisseur de la tôle pour le timbre 5
» et le diamètre $0^m,60$, doit être de $0^m,00732$) ; la
» tôle présente à l'intérieur une petite croûte
» d'oxyde ; elle avait l'épaisseur exigée ;

» 2° Que la tôle est de bonne qualité (on pré-
» sume que c'est de la tôle d'Imphy première qua-
» lité). On a remarqué que ce n'était pas de la tôle
» à grains, de la tôle des Ardennes. Il paraît que
» celle-ci, quoique moins résistante à froid que
» la tôle du Nivernais, résiste cependant mieux à
» l'action du feu, et que depuis quelque temps
» beaucoup de fabricants de chaudières sont dans
» l'usage de l'employer exclusivement à toute autre
» pour toutes les parties de la chaudière en con-
» tact avec la flamme.

» On a constaté de plus que les chaudières étaient
» propres près du tuyau alimentaire où s'est faite

» la rupture; qu'elles ne renfermaient point de » dépôt. Il avait paru d'abord à peu près inutile » de le constater, attendu que les chaudières ne » servaient que pour la troisième fois seulement » depuis que le bateau avait été réparé; cependant » il a été reconnu depuis, qu'il y avait un dépôt » terreux abondant dans le tuyau inférieur près » des points où les plaques ont été prises.

» De l'enquête que nous avons faite, tant à An- » cenis qu'à Nantes, résultent les faits suivants:

» 1° La chaudière a fait explosion à l'escale » d'Ancenis au moment où elle était terminée, » avant que la machine eût commencé à marcher. » Le tiroir de la machine était fermé.

» 2° Avant l'explosion, les soupapes n'étaient » point surchargées; l'une d'elles, au contraire, » était retenue *soulevée* au moyen d'une corde » tendue et fixée à un *clou*.

» 3° Les portes des foyers étaient ouvertes pour » rendre le feu moins ardent pendant la durée de » l'escale.

» 4° Il y avait de l'eau dans les chaudières en » quantité suffisante pour empêcher de rougir » une portion quelconque de la tôle en contact » avec la flamme du foyer.

» 5° Les chaudières sont en tôle de bonne qua- » lité, mais non à grains, ayant eu l'épaisseur dé- » terminée par l'instruction du 12 juillet 1828.

» 6° A l'endroit où la rupture a eu lieu la tôle a » été usée par une cause quelconque, et son épais- » seur réduite à $0^m,00225$ et à $0^m,004$. »

Après une discussion des faits, le rapporteur de la commission de surveillance de Nantes attribue

l'explosion survenue à la réunion de diverses causes qu'il énumère ainsi qu'il suit :

« L'explosion du 25 janvier dernier nous paraît » devoir être attribuée à la réunion des circon» stances suivantes :

» 1° La tôle a été réduite sur un point en même » temps qu'elle a perdu de sa ténacité, par une » cause quelconque, au tiers seulement de l'é» paisseur primitive qui lui avait été donnée con» formément à l'instruction du 12 juillet 1828;

» 2° Un tuyau creux, pressé extérieurement par » l'eau et la vapeur, ne présente pas la même ré» sistance qu'un tuyau pressé intérieurement;

» 3° En raison de la longueur du conduit de fu» mée, il y a eu une traction longitudinale qui a » surpassé la tension perpendiculaire à l'axe;

» 4° L'exiguïté du réservoir a donné lieu, par » suite de l'ouverture de la soupape, à des chan» gements brusques et successifs dans la tension » de la vapeur, d'où est résultée la rupture sur le » point qui était le plus faible, en même temps » qu'il était soumis à la plus forte traction. »

Il pense que pour éviter le retour de semblables accidents il serait utile d'avoir recours à des mesures nouvelles, et termine son rapport par les considérations suivantes :

« 1° Les chaudières à tubes intérieurs pour la » flamme, de grand diamètre (au delà, par exem» ple, de $0^m,25$), devraient être assujetties à des » conditions de sûreté spéciales.

» 2° Les épaisseurs pourraient être fixées à moi» tié en sus, en prohibant toutefois l'emploi de » tôle de plus de $0^m,012$.

» 3° Un maximum à la longueur pourrait être

» mission de surveillance d'adopter l'avis suivant :
» Il y a lieu de demander à M. le ministre des
» travaux publics une nouvelle instruction sur les
» machines à vapeur, qui renfermera des dispo-
» sitions spéciales sur les chaudières à foyer et à
» canaux intérieurs. »

Ces conclusions ont été adoptées par la commission de surveillance. M. le préfet de la Loire-Inférieure, en envoyant ce travail à M. le ministre des travaux publics, a exprimé l'opinion qu'il serait convenable de prohiber complétement l'usage des tuyaux intérieurs, dont le diamètre dépasserait une certaine limite, au lieu de les assujettir à des conditions de sûreté spéciales qui lui semblent ne devoir jamais offrir de garanties complètes.

Observations.

Il résulte du rapport détaillé de la commission de surveillance de Nantes, que l'explosion de la chaudière du paquebot *le Riverain* n° 1 ne peut être attribuée ni à un manque d'eau dans la chaudière, ni à une formation subite d'une grande masse de vapeur, ni à une surcharge des soupapes de sûreté. Le déplorable accident du 25 janvier est dû évidemment au mauvais état et au défaut de résistance du tuyau de tôle contenant le foyer de la chaudière.

Celle-ci était munie de tous les appareils de sûreté nécessaires. Les soupapes de sûreté installées sur le tuyau de communication des deux réservoirs de vapeur, servant en même temps de tuyau de prise de vapeur, étaient néanmoins fort mal placées : elles auraient dû être établies sur les

chaudières mêmes, c'est-à-dire sur les réservoirs de vapeur; mais cette circonstance n'a certainement exercé aucune influence sur le résultat.

Si le tube intérieur contenant le foyer était déjà déformé à sa partie supérieure avant que le bateau reprît son service, ainsi qu'on l'a dit aux membres de la commission de surveillance, cela suffisait pour rendre nécessaire la réparation et peut-être la réforme de ce tube; au moins aurait-il fallu éprouver la chaudière sous la pression prescrite par les règlements, et réclamer pour cela la présence de la commission de surveillance. Les chaudières n'avaient pas été, en effet, éprouvées à la pompe de pression depuis le 14 février 1838, c'est-à-dire depuis près de quatre ans; or, il ne sera douteux pour personne que la tôle n'est pas arrivée à la faible épaisseur qu'elle avait, au point où la déchirure s'est faite, dans le cours du voyage unique qui a précédé l'explosion : l'usure date de plus loin. D'un autre côté, si la chaudière s'est déchirée sous une tension de la vapeur très-modérée, et qui ne dépassait pas 5 atmosphères, comme cela est à peu près certain, n'est-il pas permis de dire que la pression d'épreuve de 12 atmosphères effectives aurait mis en évidence le défaut de la tôle? Sur ce point notre conviction personnelle est complète.

Si maintenant nous examinons la chaudière en elle-même, nous sommes conduits à reconnaître que sa forme était l'une des plus vicieuses qu'il soit possible d'imaginer (1). Le tube de $0^m,60$ de diamètre intérieur, et de $8^m,80$ de longueur, pressé

(1) Voyez la note relative aux chaudières du paquebot *Victoria*, à la suite de ce rapport.

de dehors en dedans avec une force de 4 atmosphères ($4^{kil.}$,13 par centimètre quarré), n'avait pas une épaisseur supérieure à celle que devrait avoir, d'après les instructions ministérielles, un tube de même calibre, pressé de la même manière de dedans en dehors ; la vapeur ne pouvait se dégager que difficilement de l'eau contenue dans l'espace annulaire de 5 centimètres de largeur et de 6^m,80 de longueur, compris entre les deux tuyaux concentriques, pour arriver au réservoir. Cet espace, qu'il était impossible de nettoyer à fond sans démonter toute la chaudière, était encore rétréci par les têtes des rivets et par les dépôts vaseux ou incrustants formés par les eaux. La feuille de tôle déchirée envoyée à Paris par M. le préfet de la Loire-Inférieure est encore recouverte d'une assez forte épaisseur de tartre déposée tout le long de la ligne de rivets, à partir de laquelle commence la déchirure. Il devait résulter de là que certaines parties de l'espace annulaire étaient obstruées par du tartre, des dépôts vaseux, ou occupées par de la vapeur qui ne pouvait s'écouler, et que sur ces points les parois étaient portées à une température très-supérieure à celle qui correspond à une tension de la vapeur de 5 atmosphères. C'est vraisemblablement à une circonstance de ce genre qu'il faut attribuer l'usure de la feuille de tôle qui s'est déchirée, et qui est, en effet, altérée et brûlée.

Enfin, M. le rapporteur de la commission de Nantes a justement signalé comme causes actives de destruction :

1° La liaison des deux tuyaux concentriques, au moyen de boulons très-courts, qui empêchait les deux tuyaux de se dilater librement sous l'ac-

tion de températures différentes, de sorte que les effets de dilatation par la chaleur tendaient à déformer ces tuyaux.

2° La petite capacité du réservoir de vapeur, et surtout le faible volume d'eau contenu dans la chaudière. Lorsque l'on ouvrait une issue à la vapeur, ou qu'on venait à fermer une issue ouverte, les pressions devaient diminuer ou augmenter beaucoup plus rapidement que dans une chaudière ordinaire, qui, en raison du foyer et de la surface de chauffe, aurait eu la même puissance *vaporisante*, s'il est permis de s'exprimer ainsi. Ces variations rapides et étendues de pression devaient fatiguer considérablement le métal des chaudières et finir par l'énerver. Nous sommes bien portés à croire que la déchirure a eu lieu au moment où l'on venait de fermer la soupape ouverte pour quitter la ville d'Ancenis, et que cette circonstance a été la cause immédiate de l'explosion, qui d'ailleurs était inévitable à cause du mauvais état de la chaudière.

Si le faible volume d'eau contenu dans les chaudières a contribué à leur détérioration rapide, et en a même finalement déterminé la rupture, d'un autre côté il a atténué les conséquences de l'explosion qui eussent été beaucoup plus désastreuses encore, si la capacité des chaudières eût été plus considérable. Dans ce dernier cas, la chaudière eût été infailliblement projetée par la réaction de l'eau et de la vapeur, l'enceinte du bateau eût été brisée, et celui-ci eût sombré, comme cela est arrivé au *Citis*, à Châlons-sur-Saône (*voir* la notice sur cette dernière explosion). Au contraire, si dans *le Riverain* n° 1 la cloison qui

séparait le local de la machine et des chaudières de la chambre occupée par les passagers à l'avant eût été renforcée par de la tôle de fer, par exemple, ou construite en planches plus épaisses, elle aurait probablement résisté à la force expansive de la vapeur, qui n'était pas bien considérable, et les résultats de l'explosion contenus dans l'enceinte du local de la machine n'auraient pas atteint les passagers. C'est ainsi que, lors de l'accident arrivé à bord du *Parisien* n° 2, à Melun, les passagers ont été garantis par les cloisons en tôle qui les séparaient du local de la chaudière déchirée.

Quant aux prescriptions nouvelles indiquées par la commission de surveillance de Nantes et par M. le préfet de la Loire-Inférieure, comme propres à prévenir le retour de nouveaux désastres sur les bateaux à vapeur, la plus efficace serait sans doute la prohibition de l'usage de tubes intérieurs pressés par la vapeur de dehors en dedans, dont le diamètre excéderait $0^{m},25$ à $0^{m},30$ dans les chaudières à haute pression. Les accidents nombreux qui sont résultés de l'emploi des tubes d'un grand diamètre contenant le foyer, tant en France qu'en Angleterre et aux États-Unis, paraîtraient au premier abord suffisants pour motiver cette mesure. Mais, d'un autre côté, la rareté des explosions de chaudières de machines locomotives qui ont des parois planes, et dans lesquelles le dessus de la boîte à feu est certainement dans des circonstances encore moins favorables que les tuyaux cylindriques des chaudières ordinaires dont nous nous occupons, démontre qu'il est possible de renforcer ces sortes de chaudières par

un système d'armatures convenables, et que le bon état d'entretien, réuni à la bonne conduite de l'appareil, suffit pour écarter le danger. Les chaudières du *Riverain* n° 1 ont elles-mêmes servi pendant six ans, et l'une d'elles n'a rompu que par suite d'une détérioration locale considérable. Nous ne croyons donc pas qu'il soit nécessaire de prohiber l'usage des chaudières à foyer intérieur, qu'il serait difficile de remplacer actuellement dans les machines locomotives et sur quelques bateaux à vapeur.

Quant aux règles de construction qui leur sont applicables, le défaut de données expérimentales ne permet pas d'en établir de précises; quelques constructeurs ont cru à tort pouvoir déterminer les épaisseurs des tuyaux de tôle pressés de dehors en dedans, par le tableau et la formule insérés dans l'instruction ministérielle du 12 juillet 1828. L'instruction n'a entendu parler que des chaudières cylindriques pressées sur leur surface concave, qui conservent nécessairement, jusqu'au moment où elles se déchirent, leur forme primitive. En négligeant l'épaisseur constante de 3 millimètres ajoutée pour avoir égard aux défauts et à l'usure de la tôle, le métal d'une chaudière cylindrique, dont l'épaisseur sera déterminée par la formule de l'instruction citée, supportera, sous la pression effective maximum de la vapeur, une tension de 2$^{kil.}$,86, et lors de la pression d'épreuve, triple de la pression effective, une tension de 7$^{kil.}$,58 par millimètre quarré.

L'expérience démontre que ces tensions sont incapables d'altérer le métal; mais dans les tuyaux cylindriques pressés sur leur face convexe les fibres

d'état : 1° d'instruire par une circulaire MM. les préfets, les ingénieurs, les présidents des commissions de surveillance, les propriétaires et constructeurs de bateaux, que les règles données dans l'instruction ministérielle du 12 juillet 1828, relativement à l'épaisseur des parois des chaudières cylindriques, ne doivent être appliquées qu'aux chaudières pressées sur leur surface concave et non aux tuyaux destinés à contenir le foyer, ou à conduire la flamme et la fumée, qui sont pressés sur leur surface convexe de dehors en dedans; que pour ces derniers tuyaux l'épaisseur du métal doit être augmentée, et qu'il est en outre convenable de les renforcer par des armatures.

2° De faire connaître à MM. les préfets que l'épreuve des chaudières placées à bord des bateaux, sous une pression d'eau triple de la pression effective de la vapeur, doit être renouvelée, au moins une fois par an, devant la commission de surveillance et sous sa direction, en profitant pour faire cette épreuve des époques où les bateaux, arrêtés par la saison ou les crues des rivières, viennent d'être visités et réparés.

3° De les inviter à ne délivrer de permis de navigation que pour une année entière, ou une seule campagne, et à renouveler ces permis chaque année, après avoir reçu le procès-verbal de la commission de surveillance constatant que les chaudières ont convenablement supporté l'épreuve mentionnée ci-dessus.

4° De les engager à prescrire, dans les permis de navigation, que les cloisons qui séparent le local des chaudières et de la machine des salles

occupées par les passagers soient très-solidement établies, construites entièrement en tôle, ou au moins revêtues d'une doublure en feuilles de tôle.

(Les mesures indiquées sous les numéros 2, 3 et 4 sont mises à exécution depuis plusieurs années dans le département de la Seine.)

5° D'adresser une copie du présent rapport à M. le préfet de la Loire-Inférieure, et d'autoriser ce magistrat à la communiquer aux tribunaux, ainsi que le rapport entier de la commission de surveillance de Nantes.

L'ingénieur en chef des mines, secrétaire de la commission, rapporteur,

Signé Ch. COMBES.

La commission, après en avoir délibéré, approuve le rapport, et en adopte les conclusions avec les modifications et additions suivantes :

1° Il ne lui semble pas convenable que l'obligation du renouvellement annuel des permis de navigation soit prescrite par voie de simple circulaire. Elle estime que cette mesure importante devrait être insérée dans les nouvelles ordonnances préparées par la commission, actuellement soumises aux délibérations du conseil d'état, et qu'il faudrait en même temps fixer le délai dans lequel les préfets devraient renouveler les permis de navigation sur la demande des propriétaires de bateaux. Une copie du rapport serait à cet effet jointe au dossier du projet d'ordonnance royale sur les bateaux à vapeur. Les autres mesures proposées dans les conclusions du rapport

seraient seules l'objet d'une circulaire de M. le sous-secrétaire d'état.

2° Elle estime qu'il est utile de publier le plus tôt possible, dans les *Annales des mines*, le présent rapport avec la gravure des dessins joints au rapport de la commission de surveillance de Nantes, et de faire tirer à part un nombre d'exemplaires suffisant pour en adresser aux préfets, aux ingénieurs, aux présidents des commissions de surveillance, aux principaux constructeurs et propriétaires de bateaux.

Note. On trouve dans les pièces imprimées de l'enquête faite en 1839 par un comité de la chambre des communes, sur les explosions et accidents survenus aux paquebots à vapeur, que la chaudière du bateau *le Victoria*, dont la forme était analogue à celle des chaudières du *Riverain* n° 1, fit explosion deux fois, dans l'année 1838, tandis que *le Victoria* naviguait sur la Tamise, ce qui occasionna la mort de quatorze personnes.

NOTICE

Sur le gisement, l'exploitation et le traitement de la galène argentifère à Przibram (Bohême) (1);

Par M. E. DE HENNEZEL, Ingénieur des mines.

La petite ville de Przibram, située dans le district de Beraun, à 64 kilomètres au sud-ouest de Prague, est le siége de l'administration royale des mines, dont la juridiction s'étend sur la plus grande partie de la Bohême, et le centre de très-riches exploitations de plomb et d'argent. L'importance de ces mines, dont la production annuelle s'élève à environ 7,000 kilogr. d'argent et à plus de 900 tonnes de plomb et de litharge, l'intérêt qu'elles présentent, et qu'aucune description n'a encore fait connaître en France (2), m'engagent à communiquer quelques notes de voyage. Je dois les principaux renseignements que j'ai recueillis à l'extrême obligeance de M. le conseiller aulique de Layer et des ingénieurs chargés, sous ses ordres, de la direction des travaux.

(1) Les renseignements numériques ont été transformés en mesures françaises d'après les rapports suivants :

1 pied = 0m,3162;

1 quintal de 100 livres = 56 kil.

7 florins (argent de convention) = 18 fr.

(2) Les seules indications publiées sur ces mines se trouvent dans une notice de MM. Foy, Harlé et Grüner (*Annales des mines*, 3e série, tome V, page 184).

PREMIÈRE PARTIE.

Gisement, exploitation.

Constitution géologique de la contrée.

Le terrain de transition constitue le sol des environs de Przibram; il se compose de plusieurs bandes de grauwacke schisteuse (schieferige g.) et de grès et poudingues de la grauwacke (körniche g.). Les couches ont la direction N. 60° E.— S. 60° O., à la boussole, et plongent assez fortement vers le N.-O. Du côté du S.-E., elles sont adossées à un chaînon de granite, se rattachant, à l'ouest, à la ceinture de montagnes granitiques qui entoure toute la Bohême. Au nord-ouest, le terrain de transition de Przibram est recouvert par la riche formation houillère des environs de Pilsen, de Liblin, etc., et par différents étages du terrain jurassique.

Le schiste de la grauwacke présente tous les passages du schiste argileux au grès schisteux et au grès compacte; et la grauwacke arénacée passe aussi, par des transitions insensibles, du poudingue à gros noyaux, au grès à grains fins et même au quartzite. En considérant cependant le terrain dans son ensemble, on y reconnaît quelques limites bien tranchées qui le divisent en plusieurs étages, que je désignerai par le nom de la roche dominante. En partant du granite et en s'avançant vers le nord-ouest, on traverse successivement les étages suivants :

a section de la grauwacke;
b grès et poudingues;
c schiste.

C'est dans le terrain *b*, et très-près de la limite commune des étages *b* et *c*, que se trouvent les gîtes exploités. En général ce sont des filons de diorite, accompagnés de galène sur l'une des salbandes. **Terrain métallifère.**

La direction des filons varie de N. 15° E. à N. 30° E. (boussole); ils plongent en général, et sauf un petit nombre d'exceptions, du côté de l'est, et par conséquent les fractures qui les ont produits se sont formées du côté où elles approchent le plus d'être normales au plan des couches, comme je l'ai également observé pour quelques filons du Harz (1). **Allure des filons.**

Les filons métalliques jettent des rameaux dans la grauwacke et dans la diorite. Ils passent quelquefois d'une salbande à l'autre; plus rarement ils existent à la fois de part et d'autre de la diorite, mais alors l'un des filons (neben-gang) est insignifiant pour l'exploitation.

On observe, dans les mines de Przibram, beaucoup d'exemples de croisements de filons, et l'on remarque que ceux, dont la direction s'approche davantage de l'est, traversent les autres. Au point de rencontre, il y a quelquefois enrichissement; mais le plus souvent on n'y trouve aucun changement dans la richesse ni dans l'allure.

La gangue dominante est le quartz, quelquefois accompagné de chaux carbonatée ferrifère (braunspath) et de baryte sulfatée. La partie métallique se compose de galène argentifère pure, de galène antimoniale, de blende et de pyrite de fer. On y trouve aussi, surtout aux étages inférieurs, plusieurs variétés d'argent antimonié sul- **Composition des filons.**

(1) Bulletin de la Société géologique, tome XI, p. 359.

furé (rothgültigerz, sprödglanzerz) et d'antimonio-sulfures multiples (fahlerz) qui contribuent beaucoup à la richesse des minerais exploités maintenant.

Pour l'ordre dans lequel les principales espèces minérales se sont déposées dans l'intérieur des filons, on remarque constamment que, dans les parties régulières des gîtes, la blende est contre les parois; de part et d'autre et symétriquement viennent ensuite la galène, puis le quartz et le braunspath. Ces deux dernières substances offrent cette particularité que, dans les druses, les cristaux de quartz sont d'un côté et ceux de braunspath de l'autre. M. de Layer possède un échantillon remarquable, qui présente une espèce de langue au milieu d'une géode aplatie : l'une des faces de la géode est tapissée de quartz et l'autre de braunspath, et il en est de même, mais dans un ordre inverse, des faces de la langue, comme si la position en regard de ces deux substances avait été déterminée par une sorte de polarité. On trouve aussi des géodes composées de fer sulfuré et de baryte sulfatée, et l'on observe toujours que la pyrite est implantée sur la baryte et que par conséquent elle s'est déposée la dernière (1).

Affleurements; variations dans la richesse.

En général, la galène ne vient pas jusqu'à la surface du sol, même lorsque la diorite perce au jour, ce qui n'a pas toujours lieu. L'affleurement

(1) Dans plusieurs filons exploités du département de l'Aveyron on rencontre également des associations cristallines régulières de blende, de galène, de quartz et de pyrite de fer, et l'ordre dans lequel ces substances sont placées, à partir des parois ou des noyaux empâtés des roches encaissantes, est celui dans lequel elles viennent d'être nommées.

des filons métalliques est formé par de la chaux carbonatée, des fragments des roches encaissantes, et principalement par de l'hématite et du quartz présentant des parties caverneuses remplies d'ocre. La galène vient plus bas, d'abord en filets très-minces, altérée çà et là et remplacée par des sels de plomb accompagnés d'ocre. Quelquefois l'ocre contient de l'argent natif, et l'on remarque alors que la galène des parties voisines est très-pauvre en argent. La plupart des filons ne deviennent exploitables qu'à la profondeur d'environ 100 mètres : à partir de ce point la richesse de la galène augmente à mesure que l'on descend, de telle sorte que certains filons, qui ne contiennent, à la profondeur de 100 mètres que 2 à 4 loths d'argent au quintal de minerai (0^{k},625 à 1^{k},250 par tonne), en renferment de 12 à 20 loths (3^{k},750 à 6^{k},250 par tonne) à 475 mètres, profondeur des travaux actuels. L'épaisseur des filons de galène, vue dans l'ensemble, va aussi en croissant vers le bas : un seul filon, qui se réduit à un filet très-mince dans les travaux du fond, fait exception à cette règle, et encore n'est-ce peut-être qu'un étranglement accidentel.

Influence du terrain encaissant.

La richesse et la puissance des filons de galène est aussi en rapport très-intime avec la nature du terrain encaissant et avec le relief du sol. Lorsque la grauwacke de la bande *b* passe de l'état arénacé à la grauwacke schisteuse et ferrugineuse, les filons métalliques s'amincissent, et la teneur en argent, considérée à un même niveau, diminue dans une forte proportion. En général aussi, les filons sont plus productifs sous les parties élevées du sol que sous les vallées; au reste, ces deux faits

sont liés, car c'est aussi sous les vallées que l'on voit la grauwacke passer à l'état schisteux.

Une observation analogue a été faite dans le terrain *a*. Les filons de diorite qu'elle renferme sont généralement stériles; mais en quelques points la grauwacke de cet étage prend une structure arénacée, et l'on voit alors la diorite accompagnée de quelques parties métalliques.

Il y a dans la mine des filons qui s'arrêtent brusquement à la limite des terrains *b* et *c*. On avait pensé qu'il y avait un rejet, d'autant plus que cette limite présente une *mise* d'argile (klufte) : on a donc pénétré dans le terrain *c* sur le prolongement des filons, et pratiqué des recherches à droite et à gauche; l'on est arrivé à des filons de diorite entièrement stériles. Le plus grand nombre des filons deviennent improductifs avant d'atteindre la mise d'argile.

Dans la partie actuellement exploitée, l'épaisseur moyenne de la bande métallifère est de $0^{m},158$. La teneur en argent s'élève, pour les échantillons purs, débarrassés de toute gangue, à 20 loths par quintal de minerai ($6^{k.},250$ par tonne).

Exploitations. Le champ de l'exploitation actuelle comprend treize filons, dont sept dans la mine dite *Anna*, et six dans la mine *Adalbert*. Les renseignements qui suivent se rapportent surtout à cette dernière, la seule que j'aie visitée.

Cette mine est desservie par un seul puits, dont la profondeur est de 452 mètres.

Chacun des filons est divisé, pour l'exploitation, en massifs rectangulaires, par des galeries horizontales et des puits intérieurs. La distance de deux galeries principales, comptée verticale-

ment, est de 34 mètres; c'est la hauteur de deux pompes. Les puits intérieurs sont d'autant plus rapprochés que l'on s'éloigne davantage du puits principal; elle varie de 161 à 123 mètres.

Les massifs s'exploitent de bas en haut par des gradins renversés. On ne réserve pas de plafond au-dessus de la galerie inférieure : on la boise solidement, et, sur le boisage, on remblaye comme pour les autres gradins. Le travail fournit un grand excès de remblais, quoique dans les portions étroites les gradins soient très-resserrés entre les parois. Quelquefois les galeries principales sont muraillées en pierres sèches, surtout dans les endroits larges des filons. La hauteur des gradins est de $1^{m},60$; on passe d'un gradin à l'autre au moyen d'une sorte d'escalier taillé dans une pièce de bois assez forte pour ne pas être brisée par les coups de mine.

On considère comme très-avantageusement exploitable un filon de galène d'environ $0^{m},05$, avec une teneur en argent de 8 loths au quintal ($2^{k},5$ à la tonne). Lorsque l'épaisseur du filon est moindre, et n'est pas compensée par une plus grande richesse en argent, on le poursuit cependant, comme recherche ou comme travail d'aménagement. Les deux tiers de la dépense en main-d'œuvre sont toujours appliqués à des travaux non productifs, en y comprenant ceux que l'on pratique sur des filons minces.

Les mineurs ne se servent que de fleurets plats. Ils travaillent presque tous à prix fait, à la toise courante; mais, outre l'abattage, ils doivent toujours faire un premier triage du minerai. La journée de travail est de huit heures, desquelles

il faut déduire le temps nécessaire pour la descente.

Pour le roulage intérieur on emploie les petits chariots dits *chiens hongrois*, sur des planches.

L'extraction et l'épuisement se font à l'aide de roues hydrauliques de 11^{m},38 de diamètre. Le régime hydraulique présente un grand ensemble de travaux remarquables par la manière dont l'eau motrice est utilisée à différents niveaux.

La roue motrice servant à l'extraction donne directement le mouvement à un tambour dont la forme est celle de deux troncs de cône opposés base à base. Le grand diamètre est de 3^{m},80 ; les arêtes font avec l'axe un angle de 16°. Cet angle ne satisfait pas à la condition d'égaler les moments extrêmes ; mais avec une inclinaison plus forte, le câble glissait, se recouvrait sur le bas du tambour et occasionnait des chutes.

Câbles en fil de fer. On a remplacé les anciens câbles par des câbles en fil de fer, et l'on y trouve à la fois un grand avantage sous les rapports de l'économie dans l'achat, d'un moindre poids et d'une plus grande durée.

Un câble en chanvre, de 645 mètres, pesait 1.523 kilogr. et revenait, à raison de 1^{f},607 le kilogramme, à 2.447 fr.

Un câble en fil de fer, de la même longueur, pèse 620 kil., et coûte :

	fr.
Pour l'achat à Zellerfeld (Harz). . .	710,36
Pour le transport à Przibram. . . .	228,30
Total. . . .	938,30

ce qui revient à 1^{f},515 le kilogramme.

En ramenant ces données à l'unité de longueur, on trouve :

	Par mètre courant.		Rapport	
	Poids.	Prix.	des poids.	des prix.
	k. gr.	fr.		
Câble en chanvre. . .	2,360	3,80	246	261
Câble en fil de fer. .	0,961	1,46	100	100

L'emploi des câbles en fil de fer est encore trop récent pour qu'on puisse exprimer numériquement l'avantage qu'ils offrent sous le rapport de la durée. Les nouveaux câbles ne sont pas encore hors de service, quoiqu'ils aient déjà fonctionné plus longtemps que les meilleurs câbles en chanvre ne pouvaient le faire.

L'enduit dont on se sert pour préserver le fil de fer de l'oxydation se compose de :

2/3 de colophonium.	. . . .	67	100
1/3 d'une préparation de	2/3 huile de lin.	22	
	1/3 huile de térébenthine.	11	

On fait passer deux fois le câble dans ce mélange.

Les pompes employées pour l'épuisement sont les pompes élévatoires non foulantes de la Saxe, établies de part et d'autre d'une maîtresse tige. Les roues motrices sont intérieures et utilisent à différents niveaux une partie de la chute de l'eau, depuis le puits Adalbert, où elle sert à l'extraction, jusqu'au niveau d'une galerie d'écoulement (erbstollen), qui atteint le puits à 80 mètres au-dessous de la surface.

Une autre galerie d'écoulement (carlstollen) a été pratiquée anciennement à un niveau plus élevé.

Le salaire des ouvriers de la mine est à un taux

très-bas ; voici le tarif des salaires des différentes classes d'ouvriers, pour la journée de huit heures de travail :

1° Dans la mine :

	fr.
Maîtres boiseurs.	0,94
Mineurs.	0,86
Maçons.	0,77
Aides boiseurs.	0,69
Apprentis mineurs.	0,67
Manœuvres au roulage.	0,51
id. aux remblais, 1re classe.	0,50
id. *id.* 2e classe.	0,43
Gamins.	0,26

2° A l'extraction :

Machineurs employés à agir sur le frein et sur les vannes du double aubage.	1,03
Receveurs de bennes.	0,86
Rouleurs.	0,64

3° A l'épuisement :

Aides machinistes.	1,03
Ouvriers employés aux pompes.	
1re classe.	0,92
— 2e classe.	0,64

Les ouvriers malades jouissent, sans retenue sur leur salaire, des soins d'un médecin, et reçoivent de l'établissement les médicaments qui leur sont nécessaires. En outre, on paye aux ouvriers malades deux journées, et aux ouvriers blessés trois journées par semaine.

DEUXIÈME PARTIE.

Préparation mécanique.

Le triage qui se fait dans la mine donne, outre les matières stériles, les trois classes suivantes, que l'on extrait séparément et que l'on dépose au jour sur des haldes différentes :

a minerai à trier ;
b pierre à bocard ;
c menus débris.

Le minerai *a* est porté à l'atelier du *scheidage*, où l'on obtient, par le cassage et le triage :

Minerai riche. . . . . A (1);
Médiocre, nº 1. . . . . B;
Médiocre, nº 2. . . . . C;
d minerai de criblerie.

Les pierres *b* sont cassées sur la halde même; on en retire encore une petite proportion de :

Mine à fondre. . . . . . D;

et le reste se divise en : matières stériles,

e minerai de criblerie, et
f minerai à bocard.

Le menu *c* est débourbé sur une grille; les morceaux qui ne la traversent pas sont triés (*klaubès*) et donnent les mêmes produits que *a*; ceux qui la traversent sont entraînés sur trois autres grilles placées en cascade, ce qui produit :

g (sur les grilles) trois grosseurs à cribler,
h sables reçus dans des canaux.

---

(1) Je désigne ici par des lettres majuscules tous les produits qui sont livrés à l'usine sans passer par des opérations ultérieures. Ces lettres servent de renvois au tableau des produits définitifs de la préparation mécanique.

Le minerai de criblerie, *d*, *e* est bocardé à sec, soumis à une machine de classement à deux grilles fixes, et divisé ainsi en :

i deux grosseurs à cribler,

j sables.

Les matières *g*, *i* sont concentrées par le criblage à la cuve ; l'enrichissement exige plusieurs *tours*, dans lesquels on sépare, comme produits intermédiaires, des minerais pour le bocard à sec et pour le bocard à eau. Le minerai à fondre (*graupen*), que l'on recueille sur le crible, forme cinq classes, suivant la provenance de la matière soumise au criblage et le degré d'enrichissement que l'on obtient, et qui dépend principalement de la proportion plus ou moins forte de blende. Les produits définitifs du criblage sont :

Pour les matières *g*, trois classes. E, F, G ;
— *i*, deux — H, I, et
— *k*, les dépôts des cuves.

Les sables *h*, *j* et les dépôts *k* sont lavés aux tables à secousses, et donnent par le lavage de *h* et de *i*

Deux classes de schlichs. . . . J, K, et
Par le lavage de *k*, deux classes. L, M.

f est bocardé à l'eau; on ne recueille que les sables ; les schlamms fins sont entraînés par les eaux perdues. Les sables lavés sur des tables à secousses donnent le schlich N.

Le tableau suivant présente les produits fournis pendant un mois par la préparation mécanique, et les proportions de plomb et d'argent que chacun d'eux renferme. Toutes ces indications se rapportent au minerai sec, déduction faite de la quantité d'eau qui est déterminée par des essais,

Tableau des produits de la préparation mécanique.

	NATURE ET ORIGINE DES PRODUITS.	POIDS.	TENEUR P^r 1 T.		CONTENU TOTAL.	
			Argent.	Plomb.	Argent.	Plomb.
	Atelier d'Adalberti-Grube.	t. k.	k. g.	k.	k. g.	t. k.
A	Minerai trié, riche.	4.879	5.352	700	26.109	3.415
B	— —, ordinaire n° 1.	22.425	3.633	600	81.465	13.455
C	— —, ordinaire n° 2.	2.287	1.406	210	3.216	480
D	— —, de la halde des bocards.	3 507	3 047	595	10.685	2 087
E	Minerai criblé, du menu, graupen n° 1.	4.643	4.336	700	20.432	3.250
F	— — —, graupen n° 2.	11.754	3.281	605	38 567	7.111
G	— — —, graupen n° 3.	26.612	1.250	210	33.264	5.588
H	M. criblé, du bocard à sec, graupen n° 1.	3.202	2.969	580	9.505	1.857
I	— — —, graupen n° 2.	12.792	1.289	240	16.489	3 070
J	Sablet du classement, schlich n° 1.	1.848	2 422	540	4.476	998
K	— —, schlich n° 2.	4.816	1.016	175	4.891	843
L	Dépôts des cuves, schlich n° 1.	5.497	3.164	625	17.393	3.436
M	— —, schlich n° 2.	12.726	1.797	380	22.867	4.836
N	Sables du bocard à eau, schlich.	13.482	0.703	145	9 479	1.955
	Atelier d'Anna-Grube.					
A	Minerai trié, riche.	3 881	5.781	700	22.436	2 716
B	— —, ordinaire n° 1.	15.190	3 672	590	55.779	8 963
C	— —, ordinaire n° 2.	3.049	2 500	350	7.623	1.067
D	— —, de la halde des bocards.	1.164	3.125	580	3.638	675
E	Minerai criblé, du menu, graupen n° 1.	3.465	5.547	700	19 219	2.425
F	— — —, graupen n° 2.	6.764	4.180	655	28.270	4.430
G	— — —, graupen n° 3.	27.277	1.523	190	41.554	5.183
H	M. criblé, du bocard à sec, graupen n° 1.	2.162	3.242	640	7.010	1.384
I	— — —, graupen n° 2.	14 138	1.328	230	18.776	3.252
J	Sables du classement, schlich n° 1.	641	2 422	575	1.551	368
K	— —, schlich n° 2.	4.022	1.055	165	4.242	664
L	Dépôts des cuves, schlich n° 1.	3.898	3.437	650	13.398	2.533
M	— —, schlich n° 2.	11.172	2.105	435	23.566	4.860
N	Sables du bocard à eau, schlich.	17.842	0.781	125	13.939	2.230
	Atelier de l'ancienne Laverie.					
E	Minerai criblé, du menu, graupen n° 1.	554	3 594	700	1.993	388
F	— — —, graupen n° 2.	2.467	3.047	580	7.516	1.431
G	— — —, graupen n° 3.	12.224	1.172	210	14.325	2.567
L	Dépôts des cuves, schlich.	5.134	1.602	375	8 222	1.925
	Total.	265.514			591.595	99.442

Le contenu en plomb et en argent, divisé par $265^{t.},514$, donne, pour richesse moyenne, 375 kil. de plomb et $2^{k.},228$ d'argent par tonne du mélange des minerais préparés.

D'après les renseignements qui m'ont été communiqués, on a obtenu pendant les trois derniers mois 750 tonnes de minerai préparé, ce qui portera à 3.000 tonnes la production de l'année, en la supposant régulière pendant les quatre trimestres.

Pendant la dernière année, la préparation mécanique a produit 2600 tonnes de minerai et occasionné une dépense en main-d'œuvre de $17.875^{fr.},03$, ce qui revient à $6^{fr.},875$ par tonne de minerai obtenu.

Presque tous les ouvriers de la préparation mécanique travaillent à prix fait; leur salaire est réglé à la fois sur la quantité et sur la richesse en argent du minerai préparé. Je citerai ici, comme exemple de ce mode de payement, trop peu usité en France, le tarif du salaire des cribleurs. Il se divise en 24 classes, dont chacune se rapporte à la richesse indiquée en regard de son n°, et de plus aux richesses intermédiaires entre celle-ci et celle de la classe suivante.

CLASSES.	PAR TONNE DE MINERAI CRIBLÉ OBTENU.	
Numéros.	Teneur en argent.	Salaire du cribleur.
	k. g.	f. c.
1	0.625	2,11
2	0.781	2,30
3	0.938	2,49
4	1.250	2,68
5	1.406	2,87
6	1.563	3,06
7	1.719	3,25
8	1.875	3,44
9	2.031	3,83
10	2.188	4,02
11	2.344	4,21
12	2.500	4,40
13	2.656	4,78
14	2.813	5,17
15	2.969	5,55
16	3.125	5,74
17	3.281	5,93
18	3 438	6,12
19	3.594	6,31
20	3.750	6,70
21	3.906	7,10
22	4.063	7,65
23	4.219	8,23
24	4.375 et au-dessus.	8,80

La manière dont ce tarif est établi paraît, au premier aperçu, présenter un inconvénient très-grave, en ce que le salaire du cribleur ne croît pas toujours dans une proportion aussi rapide que l'enrichissement du minerai. Il en résulte que, pour certaines classes, l'établissement paye le kilogramme d'argent d'autant plus cher, qu'il est contenu dans un minerai moins riche, et que l'ouvrier a quelquefois plus d'avantage à s'arrêter à un enrichissement faible, et à livrer, par exemple, plutôt deux tonnes à la teneur de $1^{k.}$,250, pour lesquelles il reçoit $5^{fr.}$,36, qu'une tonne à la

richesse de 2^{k},500 qui exigerait de sa part un travail plus long et ne lui serait cependant payée que $4^{fr.}$,40. Cela explique comment plus des deux tiers du minerai criblé n'ont qu'une teneur moyenne d'environ 1^{k},260 d'argent par tonne, tandis que la richesse du minerai pur est au moins quadruple.

On a sans doute eu en vue de limiter la richesse des minerais, afin d'éviter les pertes qu'occasionnerait un plus grand enrichissement, qui tendrait à faire rejeter par le cribleur une plus forte proportion de matières à l'approvisionnement du bocard à eau. Les pertes de cette dernière opération sont très-grandes dans le procédé de lavage de Przibram, et l'on a probablement reconnu qu'elles ne seraient pas compensées par l'avantage d'avoir à fondre un mélange plus riche, et de diminuer la proportion des scories dont la teneur en argent est cependant loin, comme on le sait, d'être proportionnelle à la richesse du minerai, lorsque l'on réalise les conditions d'une bonne fonte.

Ce qui caractérise l'ensemble de la préparation mécanique de Przibram, c'est le soin que l'on met à ne livrer que le moins possible de minerai aux opérations où le lavage a lieu sous l'action d'un courant d'eau, et à obtenir la plus grande partie du minerai préparé par le triage et par le criblage, qui est un triage perfectionné. Il est à regretter que le défaut de force motrice ne permette pas d'améliorer cette dernière opération par l'emploi des machines de classement à caisses mobiles et des cribles mécaniques de 0^{m},80 à 0^{m},95 de diamètre. Ces machines, telles qu'on les établit aujourd'hui au Harz, sont très-remarquables pour la

perfection, la rapidité et l'économie qu'elles ont introduites dans la préparation mécanique.

J'ai déjà indiqué plus haut que les pertes sont très-grandes au lavage proprement dit; elles s'élèvent quelquefois jusqu'à 50 p. o/o du plomb contenu dans les matières que l'on soumet au bocardage à l'eau. Cela me paraît surtout résulter de ce qu'on est persuadé à Przibram que des tables à secousses bien construites peuvent remplacer toutes les autres espèces de tables, en sorte que l'on rejette les dépôts du labyrinthe, qui ne peuvent plus s'enrichir avec profit sur les premières. Cette opinion est certainement erronée. On conçoit, en effet, que le principe même, sur lequel est fondé l'effet des tables à secousses, ne s'applique qu'aux sables et aux schlamms grossiers. A un certain degré de ténuité, les bourbes deviennent visqueuses; l'adhérence que les différentes parties d'un tel mélange de gangues et de minerai ont entre elles et avec les parois de la table, l'emporte sur les effets de l'inertie et des différences de densité; le mélange prend le même mouvement que la table qui le porte, et le courant d'eau l'entraîne jusqu'au bas, sans qu'une séparation ait pu avoir lieu.

Les expériences nombreuses faites avec le plus grand soin à Freyberg, où l'on trouve cependant les meilleures tables à secousses, ne laissent plus aucun doute à cet égard. Elles prouvent que ces tables, préférables aux autres systèmes pour la concentration des sables et des gros schlamms, sont tout à fait impropres pour le lavage des schlamms fins, et elles ont fait exclusivement adopter pour ceux-ci de grandes tables dormantes, qui donnent de très-bons résultats.

Livraison des minerais à la fonderie.

Lorsque les minerais sont livrés à la fonderie, on les soumet à l'essai, tant pour fixer les salaires des ouvriers que pour donner une richesse à peu près uniforme aux lits de fusion. L'essai des minerais est fait par trois personnes. Si les résultats présentent des différences de plus de 50 kil. de plomb, et $0^{k.},156$ d'argent par tonne de minerai, on les contrôle par trois nouveaux essais; et si les différences excèdent encore la tolérance indiquée, on prend la moyenne des deux résultats qui diffèrent le moins.

TROISIÈME PARTIE.

Traitement métallurgique.

Grillage.

On grille le minerai dans des cases entre trois murs. L'aire des cases est formée par de l'argile recouverte d'une couche damée de schlamms riches contenant, par tonne, jusqu'à 400 kil. de plomb et $0^{k.},625$ d'argent. Cette couche supérieure se dégrade peu à peu et s'ajoute au minerai; on la répare tous les ans.

L'usine renferme 27 cases; chaque case reçoit 350 quintaux de Vienne (19.600 kil.), disposés en trois couches, alternant avec des lits de bois. Le bois des lits inférieur et supérieur est placé en long; celui du lit intermédiaire est mis en travers; on garnit de charbon de bois et de poussier de charbon les vides que les bûches laissent entre elles.

On donne trois feux : le premier dure 14 jours; les deux derniers, chacun 10 à 12 jours. On a essayé de ne griller qu'à deux feux; mais les fourneaux s'engorgeaient plus vite; il se déposait plus

de fer dans le bas des fourneaux, et la perte en argent était plus grande.

Pour tout le travail du grillage, il y a un maître grilleur et huit grilleurs. Ceux-ci travaillent à prix fait et reçoivent ensemble, pour les trois feux, 0f.887 par tonne de minerai soumise au grillage. Leur journée est de 12 heures et ressort moyennement à 1f.,50. — Le salaire du maître grilleur est de 9 francs par semaine, et de plus 0f.,067 par tonne de minerai.

Résultats d'une année.

L'état suivant présente les consommations et les frais pour 3,457,703 kil. de minerai, soumis au grillage dans le cours d'une année :

	m.c.		fr.	fr.
Bois.	15.020	à	2,48	37.259,68
Charbon de bois. .	934	à	4,47	4.172,40
Poussier.	137	à	3,83	523,03
Main-d'œuvre.				3.324,14
Total.				45.279,25

Moyennes pour une tonne.

Par conséquent, pour une tonne de minerai soumise au grillage :

	m.c.		fr.	fr.
Bois.	4,344	à	2,48	10,78
Charbon de bois. . .	270	à	4,47	1,21
Poussier.	040	à	3,83	0,15
Main-d'œuvre.				0,96
Total.				13,10

Fonte.

L'usine comprend trois demi-hauts-fourneaux à manche.

Les demi-hauts-fourneaux ont 3m,16 de hauteur de la tuyère au gueulard. La forme du vide intérieur est celle d'un prisme vertical dont la base est un trapèze; la largeur est de 0m,69 à l'arrière, et de 0m,63 à l'avant; la longueur de la warme au contrevent est de 0m,95.

La chemise est en briques ordinaires, contenant très-peu de quartz, qui ne coûtent que 23f.,14 le mille. Elle dure 2 à 3 ans, sauf les petites réparations que l'on fait après chaque campagne et qui n'exigent que 200 à 300 briques.

Le vide, qui reste entre les parois du fourneau, et les taques qui circonscrivent l'avant-foyer, est rempli, à partir des fondations, par une assise de briques, traversée par les canaux d'humidité ou *évents*; par une couche d'argile; par de la brasque pesante (2 d'argile, 1 de poussier de charbon), et par de la brasque légère (1 d'argile, 2 de poussier).

La tuyère est placée à 0m,40 au-dessus de l'arête supérieure de la taque d'avant-foyer. Elle est en fonte et dure plusieurs campagnes. La forme du museau est celle d'un rectangle de 0m,048 de base sur 0m,026 de hauteur, surmonté d'un segment de cercle dont le point culminant est à 0m,044 de la base.

Le bassin supérieur est tout à fait intérieur; les scories s'élèvent au-dessus de l'œil, de la poitrine, et s'écoulent constamment sur la voie des scories, d'où on les enlève de temps en temps avec une fourche. Lorsqu'il sort de la flamme par l'œil de la poitrine, on forme sur l'avant-foyer un petit mur de brasque, afin d'élever le niveau du bain de scorie.

La poitrine est fermée par une porte qui facilite le nettoyage du fourneau lorsqu'on met hors feu. Cette porte est formée d'un châssis et de barres de fer très-rapprochées. Le côté intérieur est enduit, à l'épaisseur de 0m,06 à 0m,07, d'un mélange d'argile réfractaire et de paille hachée. Des

clavettes, qui traversent les barres, s'ouvrent vers l'intérieur de manière à maintenir l'enduit.

La porte de chargement du gueulard se trouve à la face postérieure, au-dessus du niveau du plancher sur lequel on prépare le mélange des matières à fondre. Le massif des fourneaux est surmonté par de vastes chambres de condensation.

Le fourneau à manche ne diffère du demi-haut-fourneau que par les dimensions suivantes. La base du prisme est un rectangle dont la largeur est de $0^m,47$, et la longueur de $0^m,95$. La tuyère est à $0^m,21$ au-dessus de la taque d'avant-foyer. La hauteur du fourneau, de la tuyère au gueulard, est de $1^m,58$.

Les quatre fourneaux reçoivent le vent de trois caisses à pistons, construites dans le système de Gerstner : l'air des trois caisses se réunit dans une conduite en bois, d'où part, pour chaque fourneau, un tuyau en cuir auquel est adaptée la buse. Une clef sert à régler la quantité d'air qui arrive à chaque buse.

On évalue à 10 mètres cubes au plus, calculés à la pression atmosphérique, la quantité d'air lancée par minute dans un demi-haut-fourneau. Elle y pénètre à une très-faible pression.

Le poste des ouvriers de la fonderie est de 12 heures. Le service d'un fourneau n'emploie, pour les deux postes, que deux fondeurs et deux aides. Ces ouvriers reçoivent ensemble $5^f,55$ par tonne de plomb d'œuvre obtenu ; ils se partagent ce salaire de manière que les fondeurs aient, par jour, $0^f,13$ de plus que les aides, ce qui porte respectivement leurs salaires journaliers moyens à $1^f,63$ et $1^f,50$.

Il y a, en outre, pour les quatre fourneaux, deux

surveillants (un de jour, un de nuit), six manœuvres pour rouler le minerai à fondre, les scories, etc., et un bocardeur de brasque.

Pour une allure régulière du fourneau, le lit de fusion se compose des proportions suivantes :

	Quintaux.		Kilogr.
Minerai (pesé avant le grillage).	100	=	5.600
Matières plombeuses.	18	=	1.008
Scories de plomb.	72	=	4.032
Scories d'affinage.	36	=	2.016
Vieille fonte.	8	=	448

La durée moyenne des campagnes est de 19 jours. Pour laver le fourneau avant de mettre hors feu, on y passe un lit de fusion, dit *lit de scories* (Schlacken-schicht, composé de :

		Quintaux.		Kilogr.
Minerai.		25	=	1.400
Matières plombeuses.	Fonds de coupelles. . .	1 1/2	=	84
	Abstrichs.	5	=	280
	Fumées de plomb. . . .	4	=	224
Scories de plomb.		18	=	1.008
Scories d'affinage.		9	=	504
Vieille fonte.		0 1/2	=	28

La proportion des différentes matières plombeuses qui entrent dans le lit de fusion varie selon les quantités dont on dispose. Je donnerai, comme exemple, le tableau d'une campagne de 19 jours.

		Kilogr.	Kilogr.
Minerai.			52.500
Matières plombeuses.	Crasses (débris de fourneaux, etc.)	1.120	8.260
	Fonds de coupelles.	4.536	
	Litharge riche.	2.100	
	Abstrichs.	336	
	Brasque criblée.	168	
Fondants et désulfurants. .	Scories de plomb. . . .	39.816	63.980
	Scories d'affinage. . . .	19.908	
	Fonte.	4.256	
	Total.		124.740

La quantité de scories d'affinage que l'on emploie dépend de l'allure du fourneau; on en diminue la proportion lorsque, à la percée, on trouve beaucoup de fer dans le bassin.

Il paraît que la fonte en grenaille ne convient pas aussi bien que la vieille fonte en morceaux, et que celle-ci sera maintenant seule employée.

On charge le mélange à fondre dans les angles postérieurs, quelquefois un peu sur le nez. La charge se compose de 2 paniers de charbon de $0^{m},048$ et de 4 à 6 bachasses de 42 kil. du mélange, suivant l'allure du fourneau. Par 24 heures, on fait ordinairement trois percées, et, vers la fin de la campagne, lorsque le bassin est agrandi, seulement deux. Dans le même temps, on passe 70 à 75 charges. A la fin de chaque poste, on arrête le vent, on nettoie le creuset; puis on introduit du charbon par devant, et l'on rend le vent après avoir fermé la poitrine.

Quoique l'on fasse usage de matières désulfurantes, on ne recueille pas de matte; elle reste disséminée dans la scorie.

D'après une moyenne prise sur trois années de travail de l'usine, qui ont présenté $495 \frac{3}{4}$ semaines d'activité d'un fourneau, on fond dans un fourneau, en 24 heures, 2606 kil. de minerai qui produisent (avec les matières plombeuses ajoutées) 1.016 kil. de plomb d'œuvre; par conséquent la fonte de 1.000 kil. de minerai exige environ 9 heures 12 minutes, et produit 390 kil. de plomb d'œuvre.

Les nombres suivants donnent les résultats du travail des quatre fourneaux pendant une année : Résultats d'une année.

	QUANTITÉ.	PLOMB CONTENU		ARGENT CONTENU	
		pr 1 t.	Total.	pr 1 t.	Total.
Matières premières.	t. k.	k.	t. k.	k. g.	k.
Minerai préparé. . .	2.595,540	395	1.025,092	2,470	6,412
Matières plombeuses.	482 156	584	281,448	1,394	672
Total. . . .	3.077,696		1.306,540		7,084
Produits.					
Plomb d'œuvre. . .	1.011,061	993	1.004,330	6.498	6,570
Matières plombeuses.	211,062	292	61,549	1.529	323
Total. . . .	1.222,123		1.065,879		6,893

Tableau des consommations et des frais.

	m.c.	fr.	fr.	fr.
Charbon de bois (pour fonte).	7,024 à	4,47	31.367,40	34.976,74
Charbon de bois (pr brasque).	598 à	4,47	2.668,20	
Poussier de charbon, *id.*	246 à	3,83	941,14	
	t.			
Vieille fonte.	211,585 à	117,68	24.850,75	31.307,07
Fonte en grenaille. . .	10,807 à	73,47	793,97	
Scories d'affinage. . . .	1.056,962 à	5,36	5.662,35	
	m.c.			
Argile ordinaire. . . .	65 à	2,04		132,60
Main-d'œuvre.				8.539,34
Total.				74.955,75

Moyennes pour une tonne de minerai.

D'après les nombres précédents, j'ai calculé les résultats moyens, relatifs à la fonte de 1 tonne de minerai préparé, pesé avant le grillage.

	QUANTITÉ.	PLOMB CONTENU		ARGENT CONTENU	
		pr 1 t.	Total.	pr 1 t.	Total.
Matières premières.	k.	k.	k.	k. g.	k. g.
Minerai préparé. . .	1.000	395	395	2,47	2,470
Matières plombeuses.	186	584	108	1,39	0,259
Total. . . .	1.186		503		2,729
Produits.					
Plomb d'œuvre. . .	390	993	387	6,498	2,531
Matières plombeuses.	81	292	24	1,529	0,124
Total. . . .	471		411		2,655

Consommations et dépenses.

Charbon de bois (pour fonte). .	2,706 à 4,47	12,09	13,49	
— — (pour brasque).	0,230 à 4,47	1,03		
Poussier de charbon (*id.*). . . .	0,097 à 3,83	37		
	t.			
Fonte et grenaille.	0,085 à 116,00	9,86	12,04	
Scories de forge.	0,407 à 5,36	2,18		
Argile.				0,05
Main-d'œuvre.				3,29
Total.				28,87

Il y a dans l'usine deux fours de coupellation, dont l'un est rond et l'autre elliptique. Le milieu de la grille de celui-ci correspond à l'un des sommets du petit axe de l'ellipse, et la porte des litharges à l'un des sommets du grand axe; au sommet opposé on donne l'air par deux tuyères placées dans des embrasures différentes. La capacité de ce second four est plus grande que celle du premier, et les résultats qu'il donne sont meilleurs sous tous les rapports. Coupellation et raffinage.

	Four rond.	Four ovale.
La charge est de. . .	4.760 à 4.816 kil.	6.160 à 6.272 k.
Durée de l'opération.	26 à 28 heures.	30 à 32 heur.

Le merle que l'on emploie est composé, en poids, de :

4 de calcaire,
1 de marne blanche.

On bat la coupelle en une seule couche, à l'aide de râteaux à dents plates.

Il y a huit affineurs. La main-d'œuvre de chaque opération est payée comme il suit :

	fr.
Bocardage du merle.	2,40
Confection de la coupelle. . . .	2,10
Transport du bois au fourneau.	0,75
Opération de l'affinage.	3,00
Salaire fixe.	8,25

En outre, on paye, par tonne de litharge obtenue :

	fr.
Aux affineurs.	3,25
Pour trier la litharge, la peser et la mettre en tonneaux.	0,61
Par tonne de litharge.	3,86

Pour le raffinage de l'argent, on a six têts placés sous des moufles; ces têts sont faits avec le même mélange que les coupelles. Chacun reçoit 22$^{k.}$,4, et l'on raffine ainsi à la fois 134$^{k.}$,4 d'argent, en 4 heures, avec une consommation d'environ 0$^{m.c.}$,830 de charbon de bois par 100 kil. d'argent fin obtenu, et de 1$^{m.c.}$,893 de bois en bûches, que l'on introduit par la porte de la moufle, de manière à ménager l'action de l'air et à régler la température du bain.

L'argent soumis au raffinage est au titre de 0,875. L'argent raffiné contient :

Argent pur.		0,993
Impuretés provenant du têt.	0,005	0,007
Cuivre, etc.	0,002	
		1,000

Le raffineur reçoit 0f.,654 par opération.

Voici, pour une année, les résultats économiques des opérations de la coupellation et du raffinage réunies :

	QUANTITÉ.	PLOMB CONTENU		ARGENT CONTENU	
		pr 1 t.	Total.	pr 1 t.	Total.
Matière première.	t. k.	k.	t. k.	k.	t. k.
Plomb d'œuvre. . .	1.150,750	993	1.142,983	6,498	7,478
Produits.					
Argent raffiné. . .	7,077	»	»	993,000	7,027
Abstrichs.	52,443	800	41,955	1,953	102
Litharge noire. . .	55,803	839	46,819	0,079	4
Litharge jaune. . .	752,185	900	676,967	0,078	59
Litharge rouge. . .	119,895	900	107,905	0,078	9
Litharge riche. . .	52,416	900	47,174	0,625	33
Fonds de coupelles.	247,518	600	148,511	0,625	155
Total. . . .	1.287,337		1.069,331		7,389

Consommations et dépenses.

	m.c.	fr.	fr.	fr.
Bois à l'affinage.	2,022	à 2,41	4.875,09	5.456,32
— au raffinage.	133	à 2,41	320,83	
Charbon.	58	à 4,47	260,40	
	t			
Calcaire.	122,387	à 6,12	749,31	1.020,30
Argile.	30,597	à 2,87	87,90	
Moufles.	356	à 51	183,09	
Main-d'œuvre { à l'affinage.			6.169,06	6.368,56
Main-d'œuvre { au raffinage.			199,50	
			Total.	12.845,18

Moyennes pour une tonne de plomb d'œuvre.

	QUANTITÉ.	PLOMB CONTENU		ARGENT CONTENU	
		p^r 1 t.	Total.	pour 1 t.	Total.
Matière première.	k.	k.	k.	k.	k.
Plomb d'œuvre. . .	1.000	993	993	6,498	6,498
Produits.					
Argent raffiné. . . .	6,150	»	»	993,000	6,107
Abstrichs.	46	800	36	1,953	0,089
Litharge noire. . .	48	839	40	0,079	0,004
Litharge jaune. . .	654	900	588	0,078	0,051
Litharge rouge. . .	104	900	94	0,078	0,008
Litharge riche. . . .	46	900	41	0,625	0,028
Fonds de coupelles.	215	600	129	0,625	0,134
Total.	1.119,150		928		6,421

Consommations et dépenses.

	m.c.	fr.	fr.	fr.
Bois à l'affinage.	1,757	à 2,41	4,24	4,75
Bois au raffinage.	0,116	à 2,41	0,28	
Charbon, *id.*	0,051	à 4,47	0,23	
	t.			
Calcaire.	0,106	à 6,12	0,65	0,89
Argile.	0,026	à 2,87	0,08	
Moufles.	»	»	0,16	
Main-d'œuvre. Affinage.			5,36	5,53
Main-d'œuvre. Raffinage.			0,17	
Total.				11,17

Révivification de la litharge.

Parmi les produits de l'affinage, les abstrichs, la litharge riche et les fonds de coupelles entrent comme matières plombeuses dans la composition des lits de fusion pour la fonte du minerai; les litharges jaunes et rouges sont, en général, livrées au commerce, et la litharge noire est seule soumise à la révivification et amenée à l'état de plomb marchand.

Cette opération se fait dans l'un des fours d'af-

finage, dans lequel on remplace, pour cet objet, la coupelle par une sole en brasque pesante, et dont on ferme les embrasures de tuyères.

La charge est de 3.920 kil. de litharge noire; l'on obtient du plomb aigre, qui est livré au commerce, et une scorie très-riche en plomb, qui est repassée dans les lits de fusion. Je manque de renseignements exacts sur les produits de cette opération.

Dans le cours d'une année on a révivifié : Travail d'une année.

		PLOMB CONTENU		ARGENT CONTENU	
		pour 1 t.	Total.	pour 1 t.	Total.
		k.	k.	k.	k.
Litharge noire. .	51,128	839	42,918	0,079	4

Consommations et dépenses.

	m.c.		fr.	fr.
Bois.	91,035	à	2,41	218,66
Poussier.	10,759	à	3,83	41,14
Main-d'œuvre.				128,28
Total.				388,08

Ce qui fait par tonne de litharge noire : Moyennes pour une tonne.

	m.c.		fr.	fr.
Bois.	1,781	à	2,41	4,28
Poussier.	0,210	à	3,83	0,80
Main-d'œuvre.				2,51
Total.				7,59

La dépense totale de la fonderie, pendant une année, comprend d'abord les sommes déjà indiquées, qui constituent les *frais directs* du traitement : Résumé des dépenses d'une année.

	fr.	fr.
Grillage.	45.279,25	133.468,26
Fonte.	74.955,75	
Affinage et raffinage. .	12.845,18	
Révivification.	388,08	
Les *frais accessoires*, non compris les frais généraux, se sont élevés à		14.984,14
Total.		148.452,40

L'état suivant met en évidence les éléments dont cette somme totale se compose, classés par nature de dépenses :

1° Frais directs.

Main-d'œuvre.

	fr.	fr.
Salaires, au grillage. . . .	3.324,14	18.360,32
— à la fonte.	8.539,34	
— à l'affinage.	6.169,06	
— au raffinage. . . .	199,50	
— à la révivification.	128,28	

Matières.

	m.c.		
Bois.	17.266	42.674,26	115.107,94
Charbon de bois. .	8.614	38.468,40	
Poussier.	394	1.505,31	
Fonte et grenaille.		25.644,72	
Scories d'affinage.		5.662,35	
Calcaire.		749,31	
Argile.		220,50	
Moufles.		183,09	

2° Frais accessoires.

Main-d'œuvre.

Surveillants.	2.112,32	8.697,37
Malades (1).	733,83	
Bocardage de la brasque. .	360,00	
Criblage de la vieille brasque et préparation des débris, etc.	251,80	
Réparations.	496,19	
Forge.	842,09	
Travaux divers : charpentiers, charretiers, etc. .	3.901,14	
A reporter. . . .		142.245,63

(1) Ils reçoivent le prix de trois journées de travail par semaine de maladie.

	fr.
Report.	142.245,63

Matières.

Outils, matériaux de réparations, objets divers.	6.286,77
Total.	148.452,40

Les frais accessoires répartis proportionnellement à la quantité de minerai soumise à la fonte équivalent à 5f.,77 par tonne de minerai.

Dans les tableaux suivants, j'ai ramené à la même unité les renseignements relatifs aux différentes opérations, de manière à présenter l'ensemble des résultats du traitement. **Ensemble du traitement pour une tonne de minerai.**

1.000 kil. de minerai (pesés avant le grillage) soumis à la fonte, avec addition de matières plombeuses à repasser, produisent 390 kil. de plomb d'œuvre, lesquels donnent par l'affinage et le raffinage, en produits marchands : **Produits définitifs.**

Argent raffiné, au titre de 0,993.	2,400 à 218,46	524,30
Litharge jaune.	255,000 à 46,92 p. % k.	119,65
— rouge.	41,000 à 53,36	21,88

On obtient, en outre, à l'affinage, 19 kil. de litharge noire, dont la revivification produit environ :

Plomb aigre.	15 kil. à 48fr.,86	7,33
Valeur des produits définitifs de 1 tonne de minerai.		673,16

FRAIS DU TRAITEMENT DE 1 TONNE DE MINERAI, PESÉE AVANT LE GRILLAGE. **Dépenses.**

Frais directs.

	fr.	fr.
Grillage de 1 tonne de minerai.	13,10	
Fonte de 1 tonne.	28,87	
Affinage et raffinage de 390 kil. de plomb d'œuvre.	4,35	46,46
Révivification de 19 kil. de litharge noire.	14	
A reporter		46,46

		fr.
Report		46,46

Frais accessoires.

Main-d'œuvre à des travaux divers. . . .	3,35	5,77
Outils et objets divers.	2,42	
Exploitation, préparation mécanique, transports, frais généraux et bénéfices.		620,93
Valeur des produits marchands.		673,16

Pertes en métaux.

1° Fonte.

	Plomb. kil.	Argent. kil.
Les matières traitées contenaient. .	1.306.540	7.084
Les produits obtenus.	1.065.879	6.893
Perte totale.	240.661	191
La perte a donc été, pour 1.000 kil. de chaque métal passé à la fonte.	184	27

2° Affinage et raffinage.

Le plomb d'œuvre contenait.	1.142.983	7.478
Les produits obtenus.	1.069.331	7.389
Perte totale.	73.652	89
Perte pour 1.000 kil. de chaque métal soumis à l'affinage.	64	12

Pour avoir la perte que l'ensemble du traitement fait éprouver aux métaux entrant dans les matières que l'on y soumet, il faut tenir compte de ce qu'une partie seulement des métaux contenus dans les produits de la fonte sont soumis aux opérations suivantes, les autres retournant à la fonte, où elles éprouvent un déchet déjà compris dans la perte à la fonte.

Plomb.

kil.

A la fonte, 1.000 kil. de plomb, contenus dans les matières que l'on y soumet, éprouvent une perte de. 184

La proportion de plomb contenue dans le plomb d'œuvre produit par la même fonte, est $\frac{1.004.330 \times 1.000}{1.306.540} = 769$ kil., lesquels éprouvent à l'affinage et au raffinage une perte de 769 kil. × 0,064. 49

Perte totale pour 100 de plomb contenus dans les matières soumises au traitement. 233

Non compris la perte qui a lieu dans la révivification de la petite quantité de litharge passant à cette opération.

Argent.

Pour 1.000 d'argent contenus dans les matières soumises à la fonte, la perte est de. 27

D'après le tableau de la fonte, pour 7.084 kil. d'argent entrant dans la fonte, le plomb d'œuvre à soumettre à l'affinage renferme 6.570 kil. d'argent; donc pour 1.000 d'argent passant à la fonte, l'argent à livrer à l'affinage sera $\frac{6.570 \times 1.000}{7.084} = 927$ kil., qui éprouveront, dans l'affinage et le raffinage, une perte de 927 × 0,012. 11

Perte totale, pour 1.000 kil. d'argent soumis au traitement. 38

La perte de 0,038 de l'argent traité ne se rapporte qu'à la quantité retenue par les scories qu'on rejette ou perdue par la volatilisation; pour avoir la perte totale, sous le rapport économique, il

faut y ajouter l'argent contenu dans ceux des produits de l'affinage qui sont livrés au commerce. Or, sur 7478 kil. d'argent passant à l'affinage,

La litharge noire en retient.		4 kil.
— jaune —	. . . . .	59
— rouge —	. . . . .	9
Total.		72

Par conséquent, pour 927 kil. d'argent soumis à l'affinage, les produits marchands retiennent $\frac{72 \times 927}{7.478} = 9$ kil. Ajoutés aux 38 kil. trouvés plus haut, ils portent à 47 kil. la *perte réelle* qu'éprouve 1 tonne d'argent contenue dans les matières soumises au traitement.

Observations générales. La méthode de traitement de Przibram est un procédé mixte, intermédiaire entre celui de Tarnowitz (fonte avec matières désulfurantes, sans grillage préalable) et le procédé de Vialas (grillage, et fonte sans réactif désulfurant). Pour comparer entre elles ces trois méthodes, j'ai évalué les combustibles employés en calories (1), en adop-

(1) La comparaison établie sur la quantité de calories dépensée ne serait tout à fait rigoureuse que si des équivalents, sous le rapport du pouvoir calorifique, pouvaient exactement se substituer les uns aux autres; ce qui n'a pas lieu. C'est ainsi, par exemple, que pour produire un effet donné, il faut un poids plus grand de coke ou de charbon de bois, selon que les circonstances de la fonte, la forme des appareils, la force des machines soufflantes, la nature du mélange à fondre, sont plus favorables au bon emploi de l'un ou de l'autre de ces combustibles. Aux exemples que cite M. Perdonnet, et dans lesquels un même effet exige plus de charbon de bois que de coke, quoique le pouvoir calorifique du premier soit plus grand, j'ajouterai le suivant. Il se rapporte à des essais comparatifs que

tant, comme l'a fait M. Perdonnet dans une comparaison analogue (*Ann.*, 2ᵉ *S.*, *T.* 7):

Pour 1	kil. de bois	....	2.945 calories.
— 1	de charbon de bois.		7.050
— 1	de houille	......	6.000
— 1	de coke médiocre.	.	6.345

Je me suis servi, pour Tarnowitz, des renseignements publiés par M. Manès (*Ann.*, 1ʳᵉ *S.*, *T.* 12). Je rappellerai seulement qu'on traite séparément à Tarnowitz des galènes très-pures et des schlichs; que la fonte des galènes produit du plomb d'œuvre et des mattes, que celles-ci sont ajoutées au lit de fusion des schlichs, et que les mattes de cette dernière opération sont rejetées, comme étant trop pauvres pour être traitées avec avantage.

---

l'on a faits à Vialas avec ces deux combustibles. Pour les deux cas le lit de fusion était composé de :

Minerai pesé avant le grillage. .	100,00
Abstrichs et litharge sale. . . .	7,43
Litharge riche.	0,87
Fonds de coupelles.	10,78
Scories de plomb.	48,00

Les résultats ont été, pour 100 kil. de minerai :

	Au charbon de bois. kil.	Au coke. kil.
Plomb d'œuvre obtenu.	59,22	55,73
Combustible consommé.	55,55	45,60
Combustible pour 100 kil. de plomb.	79,13	69,49

Ainsi il a fallu un moindre poids de coke. On a reconnu en même temps qu'avec ce dernier combustible, la perte en plomb était plus grande, mais que le plomb d'œuvre était plus pur et plus riche, et que le rendement en argent était le même dans les deux cas.

A Vialas, on a substitué en 1825 l'emploi du coke à celui du charbon de bois; les renseignements dont j'ai fait usage se rapportent à l'état actuel de la fabrication : 100 kilogrammes de schlich exigent au grillage 86 kil. de houille, et à la fonte 37 kil. de coke. La fonte dure moyennement 10 jours; elle s'opère sur 25.000 kil. de schlich, pesés avant le grillage, auxquels on ajoute 13.000 kil. de schlamms, dits *bourbes ordinaires*, 4.000 kil. de matières plombeuses (abstrichs, fonds de coupelles, etc.), et 12.000 kil. de scories de plomb. Les bourbes sont préalablement grillées, avec une consommation de 57 kil. de houille pour 100 de bourbes soumises au grillage.

POUR 100 KIL. DE MINERAI :		TARNOWITZ. Fonte de galène.	TARNOWITZ. Fonte de schlich.	PRZIBRAM.	WALES.
1° Composition du lit de fusion. . .	Minerai.	100	100	100	100
	Schlamms.	»	»	»	52
	Matte.	»	32	»	»
	Matières plombeuses.	»	12	19	16
	Fer.	12	10	9	»
	Scories d'affinage. . .	12	24	40	»
	Scories de plomb. . .	36	120	72	48
	Total.	160	298	240	216
2° Produits.	Plomb d'œuvre. . . .	66	40	39	46
	Matte.	24	»	»	»
3° Combustibles en poids (1).	Grillage.	»	»	B — 141 CB — 5	H — 116
	Fonte.	CH — 14	CH — 43	CB — 41	CH — 37
4° Combustibles en calories.	Grillage.	»	»	450,495	696,000
	Fonte.	88,830	272,835	289,050	234,765
	Total.	88,830	272,835	739,545	930,765
Calories. . . .	Pour 100 kil. du mélange.	55,519	91,345	308,144	430,910
	Pour 100 kil. de plomb. .	134,591	682,088	1,895,500	2,023,402
En 24 heures d'activité d'un fourneau.	Minerai traité.	k. 7,553	k. 3,210	k. 2,606	k. 2,500
	Mélange traité.	12,085	8,566	6,254	5,400
	Plomb obtenu.	4,985	1,284	1,016	1,150

J'exclus de la comparaison à établir le traitement de la galène en morceaux, de Tarnowitz. La ri-

(1) Bois B, charbon de bois CB, houille H, coke CH.

chesse en plomb de ce minerai le place tout à fait hors ligne, par rapport aux minerais de Przibram et de Vialas; tandis que le schlich de Tarnowitz se rapproche beaucoup, pour la teneur en plomb, des minerais de ces deux localités.

Pour la fonte de ce schlich, les nombres du tableau précédent font ressortir de tels avantages sous le rapport de l'économie du combustible, de la simplicité et de la rapidité du traitement, que si l'on ajoute à cela l'économie de toute la main-d'œuvre du grillage, on doit croire qu'il y a peu de localités où le procédé de Tarnowitz ne puisse être employé avec le plus d'avantage; mais, en dehors des résultats numériques du tableau, il se présente des considérations qui viennent en limiter l'emploi.

La désulfuration ayant lieu par le fer, la matte est un produit essentiel du traitement. Or, cette matière, par sa moindre densité et par une certaine propriété d'adhérence, tend beaucoup plus que les produits métalliques à rester disséminée dans la scorie. Cet effet se produit lors même que la composition du lit de fusion satisfait aux conditions d'une bonne fonte; à plus forte raison a-t-il lieu toutes les fois qu'il survient un dérangement dans l'allure régulière et que la scorie devient trop basique ou trop acide (1).

---

(1) A Freyberg, on indique que, sous le rapport du degré de saturation de la silice, le lit de fusion doit satisfaire aux conditions suivantes :

A la fonte crue, pour que la séparation de la matte ait lieu et que, d'un autre côté, l'allure soit bonne sans exiger une trop forte consommation de combustible, il faut que la scorie soit un silicate intermédiaire entre BS

Dans le premier cas, la scorie est trop *chaude*; elle est, à la vérité, très-liquide, mais elle se fige très-promptement sur les parois du bassin, ainsi qu'à la surface du bain, et laisse déposer soit du fer métallique, soit des sous-silicates qui retiennent des métaux utiles; sa trop grande densité contribue d'ailleurs à rendre la séparation de la matte difficile.

---

et BS^2, et s'approche beaucoup de la composition BS^2.

A la fonte de plomb, pour éviter à la fois qu'il ne se forme des dépôts dans le bassin, et que la fusion de la silice n'ait lieu aux dépens de l'oxyde de plomb, le mélange doit produire une scorie qui diffère très-peu du silicate BS. (Winkler, Procédés métallurgiques de Freyberg, 1837.)

Une règle aussi absolue me paraît ne convenir qu'au cas où la scorie est essentiellement composée de silicate de fer. Les limites qu'elle trace doivent se déplacer, lorsque la scorie contient des bases différentes et qu'il se forme des silicates multiples, dont les caractères de fusibilité et de consistance diffèrent de ceux des silicates de fer. C'est ainsi, par exemple, qu'à la température habituelle des fourneaux à cuivre et à plomb, la chaux tend toujours à donner à la scorie une consistance pâteuse et à la rendre comparable à un silicate de fer d'un degré de saturation plus élevé. Inversement, un fondant très-énergique peut donner à un mélange, à grand excès de silice, la liquidité convenable correspondante à un degré de saturation moins avancé. Une scorie de Halsbrücke, dont M. Berthier a donné l'analyse (Voie sèche, t. II, p. 728, nº 15), offre un exemple très-remarquable de ce dernier cas. Cette scorie ne contient que 0,01 d'oxyde de plomb, et cependant la proportion de silice correspond à la formule $BS^4 + 2BS^6$; mais elle contient 0,08 de fluate de chaux.

Ce qui demeure constant, c'est que les conditions les plus favorables pour perdre le moins possible de matte ou de métal ne sont pas les mêmes pour ces deux cas, et que leur production simultanée donne inévitablement lieu à une perte sur l'un ou sur l'autre de ces produits.

Dans le second cas, la scorie est trop *grasse;* sa consistance est celle du verre en fusion; elle exigerait beaucoup de combustible pour avoir une liquidité convenable : aussi arrive-t-il toujours qu'elle devient trop pâteuse pour se laisser facilement traverser par la matte. En outre, dans ce cas, le nez s'allonge outre mesure; les charges descendent très-lentement, et, quoique la silice ne soit pas suffisamment saturée, une partie de l'oxyde de fer se réduit et donne lieu à des dépôts qui retiennent également des métaux utiles; en sorte que les deux cas extrêmes, relatifs au degré de saturation de la silice, conduisent au même résultat nuisible, à la perte d'une partie de la matte.

Cette perte pourra être de peu d'importance, si la galène du schlich est pauvre en argent et surtout si, comme à Tarnowitz, elle ne contient pas de métaux étrangers autres que le fer. Mais si le mélange à fondre contient du cuivre, de l'antimoine, etc., l'expérience prouve que la matte retient une proportion de plomb et d'argent d'autant plus forte que ces métaux étrangers sont en quantité plus grande, et que le minerai est plus riche en argent. Une température élevée ne suffit pas pour l'appauvrir, comme cela a lieu lorsqu'elle n'est composée que de sulfure de fer. On subira donc inévitablement une double perte, résultant de ce qu'une partie de la matte reste disséminée, et de ce que celle qu'on aura recueillie devra être retraitée; ce qui aura, en outre, l'inconvénient de diminuer la simplicité du procédé.

On est amené à conclure de ce qui précède que l'emploi du fer dans les fourneaux à cuve n'est en général avantageux que pour des minerais pauvres en argent et ne contenant pas de métaux étran-

gers autres que le fer, et l'on doit sans doute attribuer en partie au procédé même de Przibram, à la formation d'une certaine quantité de matte qui reste disséminée dans la scorie, les pertes très-fortes que j'ai fait connaître plus haut. Une autre circonstance y contribue peut-être aussi : c'est l'usage adopté à Przibram de fondre à poitrine fermée; du moins est-il certain que cette disposition a été essayée pour la fonte de plomb à Freyberg, et qu'elle a donné lieu à une perte par volatilisation sensiblement plus grande que lorsque le bassin supérieur s'avance dans l'avant-foyer.

Les causes de pertes que je viens d'indiquer pour le traitement de Przibram ne paraissent pas, d'ailleurs, être compensées par des avantages économiques. L'inspection du tableau suffit, en effet, pour montrer que ce traitement se rapproche le plus de celui de Vialas sous le rapport de la dépense en combustible ; tandis qu'en même temps, et malgré le grillage du minerai, il donne lieu à une consommation en fer métallique qui est peu différente de celle de Tarnowitz, et correspond à très-peu près à la proportion de fer théoriquement nécessaire pour désulfurer la galène avant le grillage (1). Enfin, pour ce qui concerne la production journalière, les résultats de Przibram sont également très-inférieurs à ceux de Tarnowitz.

Quoi qu'il en soit, je ne prétends pas dire qu'à Przibram même, la méthode de traitement actuellement employée puisse avec avantage être remplacée par toute autre. Des essais intelligents

(1) 100 de minerai de Przibram, non grillé, contiennent 40 de plomb, et par conséquent 46 de galène, dont la désulfuration exige 10 de fer métallique.

ont très-probablement conduit à l'adopter, par suite de circonstances locales qui m'échappent, mais si l'on a à examiner la question suivante: Étant donné un minerai analogue, pour sa richesse et la nature des gangues, à celui de Przibram, le procédé employé dans cette localité est-il celui qui paraît *à priori* devoir être préféré? — Je pense que la question ainsi posée (et c'est, en réalité, la seule dont j'aie eu intérêt à m'occuper) doit se résoudre par la négative, et qu'il est plus avantageux de soumettre de tels minerais à un grillage aussi parfait que possible, pour les fondre ensuite sans addition de fer métallique.

DESCRIPTION

D'une machine soufflante à colonne d'eau;

Par M. DE MARIGNAC, Élève-Ingénieur des mines.

La machine soufflante dont je donne ci-après la description est employée en Westphalie, dans l'usine à fer de Veckerhagen, pour le service d'un haut-fourneau. Elle a été construite en 1832 dans les ateliers de M. Henschel, à Cassel, où j'ai eu communication des plans joints à cette notice.

Dans l'usine de Veckerhagen, il était important d'utiliser aussi complétement que possible la force motrice composée d'une chute d'eau de 18 pieds de hauteur, mais qui ne livre en temps sec que 40 pieds cubes d'eau par minute.

I. *Description générale.* — Cette machine (voy. *Pl. II, fig.* 1, 2, 3) se compose de huit caisses cylindriques en fonte, superposées et disposées de telle manière que les cylindres n° 1, 3, 5, 7 (*fig.* 1) versent à la fois l'eau dont ils sont remplis dans les n° 2, 4, 6, 8; tandis que l'air contenu dans ceux-ci est chassé par un tuyau général (*g*) dans un réservoir. Ensuite le mouvement change, et les derniers cylindres versent à leur tour leurs eaux dans ceux qui leur sont inférieurs. Cet assemblage forme une colonne cylindrique divisée en huit compartiments par des cloisons horizontales. Les cloisons (*a*), formées de plaques de fonte, sont percées de deux ouvertures : l'une (*b*), à laquelle est ajustée un tuyau (*e*), sert à faire écouler l'eau d'un cylindre dans celui qui lui est inférieur; l'autre, plus petite (*c*), pour

faire passer l'air par le tuyau (*f*) dans le conduit général (*g*).

Sur les orifices (*b*) (*Pl. III*, *fig*. 1, 2, 3) des tuyaux d'écoulement sont adaptées des soupapes (*h*) supportées par des leviers en fer forgé (*s*) qui traversent la paroi du cylindre en (*i*). Ces leviers sont fixés par des écrous à des fourchettes de fonte (*k*) qui tournent autour des tourillons (*l*), qui terminent leurs deux branches, et dont les extrémités sont fixées par des boulons aux tiges verticales (*n*). L'ouverture (*i*)* pratiquée dans la paroi du cylindre est fermée par une bande de cuir qui entoure la tige (*s*); cette tige est taraudée, et deux écrous sont pressés contre cette bande de cuir de manière à empêcher toute fuite d'eau.

Chaque tuyau à vent (*f*) (*Pl. II*, *fig*. 1) est lié au conduit (*g*) par une caisse (*o*), dans laquelle sont deux soupapes, l'une (*x*) pour aspirer l'air extérieur pendant que le cylindre correspondant se vide d'eau, l'autre (*y*) s'ouvrant dans le conduit pour empêcher la rentrée de l'air par ce conduit.

Au-dessus des huit cylindres soufflants est un cylindre distributeur A. Le fond de ce cylindre est relevé en (*p*) par une caisse d'une hauteur telle que le flotteur (*s*), nageant dans le cylindre n° 1, puisse s'y élever de la moitié de son épaisseur.

Outre le tuyau d'écoulement et sa soupape, on trouve dans le cylindre distributeur un cylindre métallique (*q*) communiquant par un tuyau (*r*) avec une caisse (*t*). (Voir pour les détails la *fig*. 4, *Pl. III*.) Le piston du cylindre (*q*), ouvert par le haut, est lié par une tige à un arc (*u*) dont le mouvement fait tourner l'axe (*v*), portant deux manivelles (*w*) qui élèvent ou abaissent les tiges (*n*); les deux manivelles sont disposées de

manière que l'une des tiges s'élève, tandis que l'autre s'abaisse : l'action de ces manivelles sur ces tiges est opérée par des poulies de friction (*z*).

J'ai nommé ces pièces (*w*) manivelles, mais improprement. Les tiges (*n*), sollicitées par le poids des soupapes, tendent toujours à atteindre leur position la plus élevée, en sorte que le poids des soupapes et le mouvement de l'eau suffisent pour les élever et fermer les soupapes; mais pour abaisser ces tiges il faut une force assez considérable : pour cela, ces tiges se terminent à leur partie supérieure par une poulie de friction (*z*) que vient presser un plan incliné fixé obliquement à l'extrémité du bras (*w*). Pour les deux bras (*w*), l'inclinaison de ce plan est en sens contraire, en sorte que l'un abaisse une des tiges (*n*), tandis que l'autre permet à la tige correspondante de s'élever.

Les leviers (*k*) des soupapes sont liés alternativement à ces deux tiges (*n*), de manière que par le mouvement de la machine les soupapes impaires s'élèvent, tandis que les autres s'abaissent, et réciproquement.

Les axes des secteurs (*w*) roulent dans des paliers A ajustés dans deux pièces de fonte fixées aux parois du cylindre supérieur. En outre, le même axe (*v*) porte un balancier B avec un contre-poids G qui produit l'abaissement de l'une des tiges, tandis que le piston du cylindre (*q*) doit abaisser l'autre et soulever le contre-poids G.

La caisse (*t*) porte à son fond deux ouvertures munies de soupapes, dont l'une (β) s'ouvre en dedans et communique avec le cylindre distributeur rempli d'eau, dans lequel est placée la caisse ; l'autre (γ) s'ouvre en dehors dans un tuyau d'écoulement (ε), fermant hermétiquement et des-

cendant jusqu'au bas de la machine, au-dessous de la surface de l'eau, dans le bassin inférieur. Les tiges (π) de ces soupapes traversent des boîtes à cuir fixées à la partie supérieure de la caisse (t), et sont liées en β' et γ' à un axe horizontal (η), de manière que lorsque cet axe tourne de 90° dans un sens ou dans l'autre, les deux tiges s'abaissent ou s'élèvent en même temps, en sorte que les ouvertures β et γ se trouvent à la fois l'une fermée et l'autre ouverte.

Sur le prolongement de l'axe (η), se meut librement en (λ) une poulie qu'entoure une corde, dont une extrémité est liée par le bas à la tige du flotteur (σ); l'autre passe sur une poulie de renvoi R et porte un contre-poids destiné à balancer l'excès de poids du flotteur.

Le flotteur (s), guidé par les tiges (α), fait tourner la poulie libre (λ). A côté de celle-ci se trouve un marteau (φ) tournant également librement sur l'axe (η) qui est soulevé par la poulie (λ) au moyen de deux appendices a', a'' (*fig.* 5, *Pl. III*) fixés à celle-ci. Lorsqu'il atteint la position verticale, il retombe par son poids, de l'autre côté, sur un appendice (b') fixé à une autre poulie (ρ) fixée à l'axe (μ). Il fait aussi tourner cet axe, et change par là la disposition des soupapes de la caisse (t). Les appendices sont fixés de telle manière que le choc du marteau les fait tourner de 90° dans un sens ou dans l'autre.

L'air lancé par ces deux séries de cylindres est envoyé par le tuyau général (g) dans un régulateur à eau Q, d'où il est conduit au fourneau. Pour régler sa vitesse, un registre est placé dans le tuyau un peu avant les tuyères.

L'eau est amenée dans le cylindre distribu-

teur par un canal (W) d'où l'eau pénètre dans le cylindre par l'ouverture (o') et le remplit jusqu'au niveau (s') seulement.

Si l'on voulait laisser à chaque fois les cylindres se remplir ou se vider complétement, le souffle serait plus prolongé et les changements de sens moins fréquents; mais la pression varierait beaucoup. Il vaut mieux que l'eau ne s'abaisse jamais dans les cylindres à plus d'un pied au-dessus de leur fond, et conserve ainsi toujours une hauteur assez grande dans ces cylindres pour éviter le mouvement tumultueux de l'eau au moment où elle tombe d'un cylindre dans l'autre.

Cette précaution est surtout nécessaire pour le jeu régulier du flotteur. De même l'eau, à sa plus grande hauteur, reste à 1 pied au-dessous du fond, afin de laisser toujours à l'air une sortie libre, et d'éviter les inconvénients qui pourraient résulter de petites différences dans la construction et le remplissage des cylindres.

D'après cela, la pression du vent à son maximum et à son minimum est mesurée par les colonnes d'eau *ab* et *cd* (*Pl. II*, *fig.* 1), c'est-à-dire que la variation maximum dans la pression du vent égale le double de la hauteur dont se remplit chaque cylindre.

Au moment que représente le dessin de cette machine, la première série de cylindres (n°s 1, 3, 5, 7) a versé son eau dans la seconde, et en a chassé l'air dans le tuyau à vent, tandis qu'elle a elle-même aspiré l'air atmosphérique par les soupapes (x). Le cylindre distributeur s'est rempli d'eau jusqu'au niveau (s'), et est prêt à verser cette eau dans le cylindre n° 1. Au moment où le flotteur atteint le point le plus bas de sa course, la poulie qu'il fait mouvoir a élevé jusqu'à la po-

sition verticale le marteau qui retombe de l'autre côté en vertu de son poids, et frappe sur l'appendice fixé à la poulie adhérente à l'axe (η), qu'il fait tourner ainsi de 90°. Par là les tiges (π) sont abaissées et les soupapes ferment l'ouverture (γ) et ouvrent l'ouverture (β). A cet instant, le piston du cylindre (q) se trouvant délivré du poids de la colonne d'eau inférieure qui remplit le tuyau (ϵ), le poids G fait tourner le balancier, monter le piston du cylindre (q), qui se remplit d'eau par l'ouverture (β) de la caisse (t), et tourner les leviers (m'), qui, par le moyen des tiges (n), font ouvrir les soupapes des cylindres n°s 2, 4, 6, 8, et fermer les soupapes de la seconde série.

Alors le flotteur remonte peu à peu, fait tourner la poulie libre et relève avec elle le marteau qui atteint la position verticale au moment où le flotteur est au plus haut de sa course; mais le marteau retombe sur le deuxième appendice de la poulie fixe, qu'il fait tourner en arrière de 90°, de manière à la ramener dans sa première position. Les tiges (π) s'élèvent, la soupape (β) se ferme (γ), se rouvre; la colonne d'eau contenue dans le tuyau (ϵ) agit alors de tout son poids sur le piston du cylindre (q) qui s'abaisse; le poids G est élevé, tandis que les leviers (w) abandonnent la tige de la seconde série, dont les soupapes s'ouvrent pour laisser écouler les eaux dans les cylindres de la première série.

L'eau consommée s'écoule du dernier cylindre dans un bassin d'où elle sort par un déversoir; pour faciliter l'écoulement, l'eau du bassin est maintenue à un niveau inférieur de 3 pieds au niveau le plus bas que puisse atteindre l'eau dans le dernier cylindre.

Si le niveau de l'eau était trop élevé dans ce bassin, l'eau du dernier cylindre n'aurait pas le temps de s'écouler complétement; par suite, lorsque l'avant-bassin y viderait son eau, elle s'y élèverait de plus en plus et finirait par monter dans le porte-vent.

L'expérience a appris qu'on pouvait avec avantage laisser la surface de l'eau dans le bassin s'abaisser jusqu'à 6 pouces au-dessous du niveau le plus bas qu'elle doive atteindre dans ce cylindre.

Les petits dérangements qui peuvent survenir dans le remplissage des cylindres se régularisent d'eux-mêmes par le jeu de la machine, pourvu que le cylindre inférieur puisse toujours se vider jusqu'au degré convenable.

Si par suite d'un manque d'eau le cylindre distributeur ne se remplissait pas d'eau complétement avant le moment où il doit verser son eau dans le cylindre (1), celui-ci se remplirait plus lentement que les autres; le flotteur monterait donc plus lentement; il en résulterait que les soupapes ne se fermant pas à temps, les cylindres pairs verseraient trop d'eau dans les cylindres inférieurs qui seraient trop remplis. D'ailleurs, le cylindre (q) pourrait se trouver à sec, et de l'air s'introduire sous le piston et empêcher le jeu de la machine.

Ainsi, les conditions nécessaires pour une bonne marché sont :

1° Que le cylindre distributeur ne se remplisse pas trop lentement;

2° Que le cylindre inférieur ne se vide pas trop lentement.

II. *Des dimensions principales de la machine.* — Dans les hauts-fourneaux au charbon de bois la pression du vent est généralement comprise

entre 2 ½ et 3 ½ pieds d'eau. On peut prendre la hauteur du remplissage des caisses de 11 pouces ; les variations de pression qui en résultent sont très-faibles, au moyen du réservoir servant de régulateur. Il est facile de calculer maintenant le nombre des cylindres que l'on peut employer.

De la hauteur de chute totale H on doit retrancher :

1° Pour s'assurer contre les variations du niveau supérieur et rendre plus rapide le remplissage du cylindre distributeur.	$0^{\text{pied}},708$
2° Différence entre le niveau de l'eau dans le bassin inférieur et le niveau le plus bas qu'elle doive atteindre dans le dernier cylindre.	$0', 250$
3° Hauteur dont doit se remplir le dernier cylindre ou de l'espace qu'occupe le vent.	$0', 917$
Total.	$1^{\text{p.}}, 875$

Il reste donc une hauteur $H - 1^{\text{pi.}},875$, que l'on doit diviser en un nombre pair de parties, de manière à avoir une pression moyenne de 2',5 à 3',5 ; on aura ainsi le nombre et la hauteur des cylindres soufflants. Dans cette usine la chute d'eau totale était de 28' ; il restait donc 26',125, que l'on a divisées en huit cylindres d'une hauteur moyenne de 3',266. Les plus grandes variations de pression sont comprises entre 2',349 et 4',183. Si l'on compte pour un dixième la résistance due au passage de l'eau au travers des tuyaux d'écoulement, il reste encore :

2',023 pour la pression minimum du vent,
2',940 — — moyenne —
3',857 — — maximum —

Il est important de ne jamais prendre trop grande la hauteur de remplissage des cylindres; elle ne devrait jamais excéder 15″, même pour les hauts-fourneaux au coke qui exigent une forte pression de 5 à 6 pieds.

La *section des cylindres* dépend de la quantité d'air que l'on veut lancer. Admettons qu'un haut-fourneau, marchant au charbon de bois, exige rarement plus de 1.250 pieds cubes d'air par minute à la pression atmosphérique; si la machine donne 10 coups par minute et que 4 cylindres soufflent à chaque coup, le volume soufflant de chaque cylindre devra être $\frac{1250}{10.4} = 31^{p.c.},2$, et la section sera $\frac{31,2}{0,917} = 34$ pieds carrés ou $35^{p.c.},71$, en y ajoutant $1^{p.c.}'71$ pour la section des tuyaux d'écoulement qui rétrécissent l'espace offert au vent; le diamètre des cylindres serait donc 6′,7, et la quantité d'eau dépensée 5.31,2 ou $\frac{1250}{8} = 156$ pieds cubes par minute.

Section des tuyaux d'écoulement.—Elle se calcule d'après la quantité d'eau qui doit s'écouler par minute, laquelle est, dans le cas actuel, de 156 pieds cubes, mais il faut avoir égard à la résistance opposée au mouvement de l'eau par la présence des soupapes, et, en outre, à ce que par suite des changements de sens dans le mouvement de la machine, l'écoulement est interrompu dix à douze fois par minute pendant des intervalles d'environ $\frac{2}{3}$ de seconde. Aussi a-t-on pris une section beaucoup plus grande que celle qu'indiquait le calcul; on leur a donné $1^{q.}{}',59$ de section et 1′,42 de diamètre.

L'épaisseur de la paroi de fonte de ces tuyaux est de $0',03$, en sorte que leur section extérieure est de $1^{q.'},71$. Ces tuyaux, partant du fond de chaque caisse, doivent descendre jusqu'au-dessous du niveau le plus bas que l'eau doive atteindre dans la caisse immédiatement inférieure.

Des tuyaux d'écoulement pour le vent. — Ces tuyaux doivent laisser couler par minute 1.250 pieds cubes d'air à la pression atmosphérique ou $\frac{1250}{1+\frac{2,94}{34}} = 1.150$ pieds cubes d'air à la pression moyenne de $2',94$.

On a donné au conduit général (g) une section de $0^{p.c.'},757$, et aux tuyaux qui y amènent l'air de chaque cylindre une section de $\frac{0^{p.c.},757}{4} = 0^{p.c.},189$, ou un diamètre de $0',49$.

III. *Pièces relatives au changement de mouvement.* — Soit n le plus grand nombre de soupapes que l'on a à soulever à la fois, f^2 la section de chaque soupape, ac la pression maximum qu'elles supportent, $49^{liv.},73$ le poids d'un pied cube d'eau; la force nécessaire pour abaisser une des tiges liées aux leviers des soupapes, sera $L = nf^2\,(ac)\,49,73$.

D'après la disposition des leviers qui agissent sur ces tiges et la liaison de la tige du piston q à l'axe de ces leviers, la force transmise par ce piston est augmentée dans le rapport de 1 : 10. Si l'on augmente la force de $\frac{1}{3}$ pour les résistances diverses, et si on la double encore à cause de l'élévation du contre-poids G, on aura pour la force qui

doit produire le mouvement du piston : $K = 2\frac{4}{3}\frac{t}{10}$

Ici $n = 5$, $f^2 = 1,452$, $ac = 4,183$; donc $L = 1.495$ liv., et $K = 398^{liv.},6$; ce qui représente $8^{p.c.}08$. Prenons 10 pieds cubes pour plus de sûreté. La hauteur de la colonne d'eau étant de $28'$ on aura $0^{p.c.'},36$ pour la section du piston du cylindre, et $0^{p},68$ pour son diamètre.

L'excursion de ce piston est de $1',5$, il s'élève cinq fois par minute; il consomme donc $2^{p.c.},07$ d'eau par minute.

La section de la colonne d'eau est déterminée par la condition que l'eau contenue dans le cylindre (q) s'écoule en $\frac{2}{3}$ de seconde, durée fixée pour le changement de sens dans la distribution.

Soient h l'excursion du piston ($= 1',5$), K sa section ($= 0^{q.'},36$), v la vitesse que prendra l'eau dans le tuyau d'écoulement, n la section de ce tuyau, on aura $n = \frac{hk}{v\frac{2}{3}}$; la hauteur dont l'eau s'abaissera dans le tuyau d'écoulement sera $\frac{hk}{n}$, donc la vitesse qu'elle prendra serait $v = \sqrt{2g\frac{hk}{n}}$, mais cette vitesse sera beaucoup diminuée par l'inertie et les résistances hydrauliques; on doit retrancher 1/3 de cette vitesse et prendre $v = \frac{2}{3}\sqrt{2g\frac{hk}{n}}$, et par conséquent :

$$n = \frac{hk}{\frac{4}{9}\sqrt{2g\frac{hk}{n}}} \text{ ou } 16\,n^2 = \frac{8^1 h^2 k^2}{2g\,\frac{hk}{n}}, \text{ et } n = \frac{81}{32}\frac{hk}{g} = 0^{q.'},045.$$

On a donné à ce tuyau une section de $0^{q\cdot m},05$ ou un diamètre de $0',25$.

La poulie liée à la tige du flotteur a $0',63$ de diamètre.

Le flotteur se compose d'une pierre de grès de $1',65$ de côté en carré et $0',6$ d'épaisseur, son volume est donc $1^{p.c.},63$; il est contenu par le contre-poids P, de manière à s'enfoncer dans l'eau de la moitié de son épaisseur, en sorte que la force qu'il peut exercer est égale au poids de son demi-volume d'eau ou à $\frac{1,63 \times 49,17}{2} = 40^{liv.},5$.

Les appendices (a' a'') fixés à la poulie mobile élèvent chacun le marteau de 135°, jusqu'à son point culminant; ils sont donc éloignés de 270°.

La poulie fixée à l'axe (q) porte quatre appendices : deux intérieurs (b' b'') aux extrémités d'un même axe, destinés à recevoir le choc du marteau, et deux extérieurs (c' c'') situés à 90° de distance l'un de l'autre, et à 45° de chacun des appendices (b' b''); ils sont destinés à venir frapper contre une pièce fixe σ, lorsque la poulie a tourné de 90°. En même temps le marteau est arrêté par une pièce fixe G, pour que son choc ne tende pas à détruire les pièces mobiles de la machine.

IV. *Effet utile de cette machine.* — L'effet utile théorique de cette machine est facile à calculer.

La force motrice est le produit de la quantité d'eau (q) dépensée par la hauteur de chute H.

L'effet produit est le produit de la quantité de vent lancé (w) à la pression atmosphérique par la hauteur d'eau (h) correspondante à la pression à

laquelle il est lancé : donc l'effet utile $x = \frac{wh}{q\text{H}}$; or, théoriquement, le volume d'air lancé étant égal au volume d'eau dépensé multiplié par le nombre (a) des cylindres soufflants, $w = aq$, donc $x = \frac{ah}{\text{H}}$.

Ici $a = 8$, h pression moyenne du vent $= \frac{3',857 + 2',023}{2} = 2',94$, et $\text{H} = 28'$; donc $x = 0,84$, en supposant que le vent est lancé à la pression même à laquelle la machine le livre, et que le registre placé dans le conduit d'air est entièrement ouvert.

L'effet utile réel de cette machine est donné par les expériences suivantes, pour l'intelligence desquelles on doit rappeler que :

1° La hauteur totale de la chute d'eau est de. . . . . 28'

2° La section de chaque cylindre soufflant. . . . . $28^{q.'},26$

3° La hauteur de remplissage de chaque cylindre. . . . . 0',917

4° Capacité de l'espace soufflant de chaque cylindre. . . . . $25^{p.c.},9$ ou $26^{p.c.}$

5° Nombre des cylindres soufflants. . 8

Le nombre de remplissage des cylindres a été mesuré dans ces expériences en comptant avec une montre à secondes le nombre de chutes du marteau de l'appareil distributeur.

Le manomètre était placé sur l'extrémité du conduit d'air, en arrière du porte-vent en cuir, qui réunit conduit à la buse. Le tuyau a en cet endroit 11" de diamètre. La distance de ce point à l'orifice de la buse était de 12'.

Dans les expériences n°s 1, 6 et 11 le registre dans le conduit d'air était entièrement ouvert.

Numéros des expériences.	Nombre de remplissages du 1er cylindre par minute.	Eau consommée par minute.	Hauteur du manomètre à eau.	Hauteur du manomètre à mercure.	Section de l'orifice de la buse.	Quantité de vent lancée par la buse.	Perte de vent à la pression atmosphérique. Par minute.	Perte de vent à la pression atmosphérique. Pour cent.	Effet utile.
		p. cubes.	p.	p.	p. quar.	p. cubes.	p. cubes.		
1	3,00	78,0	»	1,8	2,94	555,2	68,8	11,0	0,61
2	2,83	73,5	2,2	»	*id.*	533,2	55,4	9,4	0,57
3	2,75	71,5	2,1	»	*id.*	514,5	57,5	10,0	0,63
4	2,58	67,0	1,7	»	*id.*	460,5	76,1	14,1	0,41
5	2,50	65,0	1,6	»	*id.*	446,4	73,6	14,1	0,39
6	2,50	65,0	»	1,8	2,46	464,6	55,4	10,6	0,62
7	2,41	62,6	2,2	»	*id.*	446,3	54,9	10,9	0,56
8	2,25	58,5	2,1	»	*id.*	430,5	87,5	8,0	0,55
9	2,25	58,5	1,7	»	*id.*	385,2	82,8	17,6	0,40
10	2,12	55,1	1,6	»	*id.*	373,5	67,3	15,2	0,39
11	2,00	52,0	»	1,9	2,00	388,5	27,5	6,6	0,68
12	1,58	41,0	1,5	»	*id.*	293,2	35,4	20,7	0,38

Nota. Le pied employé comme mesure dans cette description est le pied de Hesse.

1 pied = 11 pouces du Rhin.
— = $0^{m},288$.
$1^{q.'}$ = $0^{mq.},0829$.
$1^{c'}$ = $0^{m.c.},023890$.

Ces expériences montrent que lorsque le registre est ouvert pour une pression moyenne de 2p.,43 à 2p.,56, cette machine rend un effet de plus de 60 p. o/o;

Que lorsqu'on diminue la quantité d'eau motrice et l'orifice de la buse, cet effet peut s'élever jusqu'à près de 70 p. o/o.

V. *Frais de construction de cette machine.*

	th.	gr.
1° Pour modèles de diverses pièces. .	75	»
2° Frais de moulage et de fonte des diverses pièces en fonte.	125	»
3° Frais d'ajustage, forgeage, etc. . .	210	12
4° Fabrication des diverses parties de l'appareil distributeur, et des pièces en laiton, y compris les matériaux. .	411	18
5° Établissement de la machine, plomb pour rendre imperméables les jointures, etc.	121	10
6° Frais divers.	45	8
Total.	986	»

En outre, on a employé :
42.336 liv. de fonte,
et 970 liv. de fer forgé.

Je remarquerai seulement, au sujet de cette machine, que le principe en paraît excellent : en faisant agir directement la pression de l'eau pour produire le mouvement de l'air, on évite beaucoup de frottements et de fuites d'air; mais le système employé pour le changement de mouvement me semble bien compliqué, et je crois qu'on pourrait en trouver de beaucoup plus simples.

Dans la mesure de l'effet utile l'eau consommée

n'a pas été mesurée directement, mais calculée d'après les dimensions des cylindres; il est probable qu'il y aurait quelque chose à y ajouter pour quelques fuites d'eau, mais ce serait peu de chose. En outre, on n'a pas tenu compte de l'eau consommée par le cylindre distributeur (*q*), qui, dans les expériences précédentes, devait s'élever à 1 ou 2 pieds cubes par minute. Mais, en y ayant égard, cela ne diminuerait l'effet utile que de 2 p. o/o environ.

RÉSULTATS PRINCIPAUX

Des expériences faites dans le laboratoire de Clermont (Puy-de-Dôme), *pendant l'année* 1841 ;

Par M. BAUDIN, Ingénieur des mines.

1° *Analyse immédiate des houilles de l'Auvergne et du Bourbonnais.*

Quelques-unes des houilles de l'Auvergne et du Bourbonnais ont déjà été analysées, et les résultats de leur analyse, publiés dans divers ouvrages ainsi que dans le *Traité des Essais par la voie sèche* de M. l'inspecteur général des mines Berthier, chapitre *des combustibles* ; ainsi que dans les *Annales des Mines*, 4ᵉ livraison 1837, mémoire de M. l'ingénieur des mines Regnault ; 6ᵉ livraison 1839, travaux du laboratoire de Clermont, 3ᵉ livraison 1840, analyse de substances minérales ; et enfin, 6ᵉ livraison 1840, travaux du laboratoire de Clermont ; mais le nombre des houilles étudiées est relativement encore minime, et de plus les résultats publiés ne comprennent très-généralement ni la densité ni le pouvoir calorifique, données cependant importantes pour l'industrie.

Il a donc paru intéressant d'entreprendre sur ces houilles un travail complet qui permît de présenter, dans un tableau synoptique, tous les résultats de leur étude, sous le rapport de la densité, du rendement en coke, gaz et cendres et du pouvoir calorifique. Enfin, comme la présence des matières

minérales masque plus ou moins complétement les résultats relatifs au combustible lui-même, on a voulu comprendre dans le même cadre, les derniers résultats déduits de ceux de l'expérience par une simple proportion pour le coke, le gaz et le pouvoir calorifique, et déduits pour la densité de celle observée en attribuant aux matières terreuses leur densité propre, ou, pour plus de simplicité dans le calcul, en supposant, ce qui s'éloigne peu de la vérité, une densité (2,60) exactement double de celle (1,30) de la partie combustible. Cette hypothèse réduit la relation

$$\frac{1}{D}=\frac{\alpha}{\delta}+\frac{1-\alpha}{d}$$

par laquelle α étant la proportion de matières minérales ou cendres, δ leur densité et D la densité observée de la houille, on peut calculer la densité d du combustible supposé par

$$\frac{1}{D}=\frac{\alpha}{2d}+\frac{1-\alpha}{d},$$

d'où l'on tire

$$d=D-\frac{\alpha}{2}D.$$

La détermination des cinq données enregistrées, *densité*, *coke*, *gaz*, *cendres*, *pouvoir calorifique*, s'est d'ailleurs faite avec toutes les précautions indiquées dans la voie sèche de M. Berthier et, ce qui est essentiel, sur le même morceau de houille pour chaque variété, et de plus on a toujours répété les expériences au moins une fois, de façon à n'admettre que la moyenne des deux déterminations concordantes dans les limites d'exactitude que comporte ce genre de recherches.

Voici, par bassin houiller, le résultat de ce long travail :

HOUILLES D'AUVERGNE.

Bassin houiller de Brassac.

Nos d'ordre.	Noms des concessions ou localités.	Désignation des couches.	Résultats d'expériences. Poids spécifiques.	Coke.	Produits volatils.	Résidu à l'incinération.	Plomb réduit de la litharge.	Résultats calculés. Poids spécifiques.	Coke.	Produits volatils.	Plomb réduit.
1	Charbonnier. . . .	Grande couche.	1,43	87,80	12,20	10,20	30,43	1,36	86,41	13,59	33,89
2	La Combelle, etc.	Grande couche.	1,38	82,30	17,70	10,10	29,46	1,31	80,31	19,69	32,77
3	*Id.*	La Ronzière. . . .	1,36	80,60	19,40	8,40	29,55	1,30	78,82	21,18	32,36
4	Armois.	Fontaine-du-Chien.	1,38	80,00	20,00	11,20	28,78	1,31	77,48	22,52	32,41
5	*Id.*	Chamas.	1,41	80,50	19,50	16,00	27,05	1,30	76,79	23,21	32,20
6	Gros-Ménil. . . .	Grande couche.	1,35	77,50	22,50	8,00	29,25	1,29	75,31	24,69	32,11
7	Fondary.	Les Vignes.	1,30	75,90	24,10	3,00	30,72	1,28	75,15	24,85	31,67
8	La Taupe, etc. .	Arrest.	1,32	74,12	25,88	4,10	29,83	1,29	73,89	26,11	31,11
9	Mégécoste, etc. .	6e couche de 4 pieds.	1,34	75,60	24,40	9,60	27,40	1,28	73,01	26,99	30,31
10	La Taupe, etc. .	Grande masse.	1,33	73,60	26,40	6,40	28,64	1,29	71,80	28,20	30,60
11	Les Barthes, etc.	Bâtard de 3 pieds.	1,36	74,20	25,80	9,80	27,76	1,29	74,40	28,60	30,77
12	*Id.*	Grande couc. de 8 p.	1,39	74,40	25,60	14,60	26,12	1,29	70,14	29,86	30,58
13	Mégécoste, etc. .	7e couche de 8 p.	1,34	72,30	27,70	7,40	28,49	1,29	70,09	29,91	30,77
14	Les Barthes, etc.	Garnoire de 3 p.	1,45	76,80	26,20	22,50	24,10	1,29	70,07	29,93	31,09
15	Mégécoste, etc. .	1re couche de 6 p.	1,34	72,60	27,40	9,10	28,15	1,28	69,86	30,14	30,97
16	Les Barthes, etc.	Sole de 3 p.	1,35	71,70	28,30	9,70	27,63	1,29	68,66	31,34	30,58
17	Mégécoste, etc. .	4e couche de 7 p.	1,49	75,90	24,10	26,80	22,29	1,29	67,08	32,92	30,59
18	Les Barthes, etc.	Le Feu.	1,33	69,40	30,60	7,90	28,07	1,28	66,78	33,22	30,47
19	Lamothe, près de Brioude.	Preissat.	1,32	62,90	37,10	8,40	25,95	1,27	59,43	40,57	28,22

(1) Coke pulvérulent ou fragmentaire à angles vifs comme la prise d'essai; cendres grises.

Ce combustible, véritable anthracite, d'un noir grisâtre à texture mi-schisteuse, mi-vitreuse, n'a d'autre emploi, pour le menu, que la cuisson de la chaux; le gros se consomme fort économiquement dans les poêles domestiques.

(2) Coke noirâtre, fritté pour houille pulvérulente et métalloïde, peu boursouflé pour houille fragmentaire; cendres grises.

Cette houille, d'un beau noir, d'une texture schisteuse peu homogène, dessert spécialement les petits ateliers de ferronnerie (coutellerie, serrurerie, etc.) qui ont besoin de petits et rapides coups de feu; on lui reproche, pour la forge maréchale, de manquer de corps et de faire peu de profit.

(3) Coke noirâtre fritté en poussière; métalloïde peu boursouflé, en fragments; cendres grises.

Cette houille, bien qu'analogue au n° (2) est déjà tenue par le commerce pour sensiblement plus collante.

(4, 5) Cokes peu boursouflés, cendres rougeâtres.

Ces houilles passagèrement exploitées ne sont point classées dans le commerce. Elles forment très-exactement le passage des houilles à coke fritté aux houilles à coke boursouflé ou, en d'autres termes, des houilles sèches à courte flamme aux houilles grasses à courte flamme.

(6, 7, 8, 9, 10) Cokes métalloïdes boursouflés; cendres grises pour les n°s 6, 9 et 10, et rougeâtres pour les n°s 7 et 8.

Ces houilles dont la texture est schisteuse, la couleur d'un beau noir en masse, mais d'un brun très-prononcé en poussière, n'ont point de spécialité bien déterminée et servent à la généralité des usages industriels, aux fours à chaux, à la forge maréchale, à la grille et au foyer domestique. Elles seraient très-propres à la fabrication du coke, n'é-

tait leur fréquente impureté, due au moins autant au mode de leur exploitation qu'à leur nature même. Parmi ces houilles, celle de la Taupe, nº 10, dont la composition se rapproche le plus des bonnes houilles maréchales de Rive-de Gier, (au rendement en coke de 69 p. o/o) bien qu'encore très-notablement plus carbonée, jouit dans le pays d'une vieille réputation pour le travail de la forge.

(11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18) Cokes métalloïdes boursouflés; cendres grises pour les nºs 12, 14, 17, brunes pour le nº 13, rougeâtres pour les nºs 11, 16, 18, et rouges pour le nº 15.

Ces houilles dont la texture est schisteuse et peu homogène, la couleur noire en masse, brune à l'état pulvérulent, n'ont point, non plus que les précédentes, de spécialité bien déterminée. Cependant elles paraissent être principalement consommées sur des grilles par les foyers de verreries, sucreries, machines à vapeur, etc., préférence qu'explique leur nature de houille grasse, à longue flamme. Pour la forge maréchale, contrairement à l'induction que l'on pourrait tirer de leur composition, ces mêmes houilles semblent être primées par les houilles grasses à courte flamme du nº 6 au nº 10, résultat anomal dont la cause est très-probablement dans leur nature généralement plus impure et surtout plus pyriteuse, laquelle se doit opposer à leur emploi dans le travail du fer.

(19) Coke boursouflé; cendres rouges.

Cette houille, noire en masse, mais très-brune dans sa poussière, houille, d'ailleurs, généralement chargée de schiste, de lamelles de chaux carbonatée et de pyrites, s'éloigne considérablement de toutes celles qui précèdent, placée qu'elle se trouve par sa richesse en matières volatiles, à la limite des houilles grasses à longue flamme; mais le gise-

ment en est aussi très-distinct, appartenant à un petit lambeau houiller distant de plus d'un myriamètre de la formation, proprement dite, de Brassac, à laquelle toutefois il semble se rattacher souterrainement.

Bassin houiller de Langeac (Haute-Loire).

Nos d'ordre.	Noms des concessions ou Localités.	Désignation des couches.	Poids spécifiques.	Coke.	Produits volatils.	Résidu à l'incinération.	Plomb réduit de la litharge.	Poids spécifiques.	Coke.	Produits volatils.	Plomb réduit.
1	Marsanges.	»	1,34	74,00	26,00	7,10	28,17	1,29	72,01	27,99	30,32

(1) Coke métalloïde boursouflé; cendres grises. Cette houille, la seule exploitée dans le petit bassin de Langeac, n'a encore donné lieu qu'à une consommation fort restreinte dans les forges maréchales des environs.

Bassin houiller de la Haute-Dordogne

Nos d'ordre.	Noms des concessions ou localités.	Désignation des couches.	Poids spécifiques.	Coke.	Produits volatils.	Résidu à l'incinération.	Plomb réduit de la litharge.	Poids spécifique.	Coke.	Produits volatils.	[illegible]
1	Messeix. .	Clydane.	1,39	86,24	13,76	5,20	31,74	1,35	85,49	14,51	33
2	Singies . .	Morilleux.	1,38	75,00	25,00	13,00	26,71	1,29	71,27	28,73	30
3	Lempret .	C. nouvelle.	1,38	70,40	29,60	4,20	28,85	1,27	69,10	30,90	30
4	Madie. . .	2e couche.	1,27	69,00	31,00	2,20	29,58	1,26	68,97	31,03	29
5	Prodelles.	3e couche.	1,40	76,80	33,20	29,10	20,02	1,27	67,28	32,72	28
6	Vendes. .	Champlaix.	1,38	71,30	28,70	15,40	25,06	1,28	66,08	33,92	29
7	Madie. . .	1re couche.	1,31	68,12	31,88	6,10	27,75	1,27	66,05	33,95	29
8	Singles. .	Ginguette.	1,32	68,00	32,00	8,20	27,30	1,27	65,14	34,86	29
9	Lempret .	C. de l'air.	1,35	62,20	51,80	14,00	25,03	1,26	63,02	36,92	29

(1) Coke pulvérulent ou fragmentaire à angles vifs comme la prise d'essai; cendres grises.

La houille de Messeix, véritable anthracite d'un gris métallifère prononcé, est presque exclusivement employée à la cuisson de la chaux et au grillage des minerais de fer. Quelques forgerons du pays s'en servent aussi par raison d'économie.

(2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) Cokes métalloïdes très-boursouflés; cendres grises pour les n°s 1, 3, 5, 7, rougeâtres pour les n°s 2, 4, 6, 8, 9.

Ces houilles, d'un noir éclatant en masse, d'un brun prononcé à l'état pulvérulent, d'une texture schisteuse peu homogène, appartiennent par leur composition à la classe des houilles grasses à longue flamme. Les n°s 2, 3, 4 semblent particulièrement devoir être propres à la forge, et toutes, sauf le cas fréquent d'une trop grande impureté, doivent être d'un bon emploi à la grille.

Dans l'état des choses, elles ne sont exploitées que sur une très-petite échelle, et n'alimentent que les forges maréchales du pays et quelques foyers évaporatoires.

Bassin houiller de Montaigu (Puy-de-Dôme).

N.° d'ordre.	Noms des concessions ou localités.	Désignation des couches.	Poids spécifiques.	Coke.	Produits volatils.	Résidu à l'incinération.	Plomb réduit de la litharge.	Poids spécifiques.	Coke.	Produits volatils.	Plomb réduit.
1	La Roche.	»	1,30	59,80	40,20	5,20	52,53	1,26	57,59	42,41	26,95
2	La Vernade.	»	1,30	60,40	39,60	8,70	23,88	1,23	56,63	43,37	26,16

(1, 2) Cokes frittés métalloïdes; cendres blanches volumineuses.

Ces houilles, que leur couleur brunâtre, leur légèreté, leur cassure, cuboïde en grand, schisteuse et conchoïde en petit, différencient dès le premier abord des autres houilles de l'Auvergne, sont en effet les seules qui se classent parmi les houilles sèches à longue flamme.

D'un très-mauvais emploi à la forge, où, dans la localité, des raisons de grande économie peuvent seules les faire admettre, elles doivent à des considérations de proximité d'alimenter de nombreux fours à chaux; c'est même l'unique débouché de leurs menus. Le gros se consomme à la grille et surtout dans les foyers domestiques, où sa nature flambante le rend d'un emploi commode et agréable.

A l'extrémité opposée de ce même bassin, vers Pontaumur, paraissent exister des houilles anthraciteuses analogues à celles de Messeix. Elles ne sont point exploitées, et n'ayant pu s'en procurer d'échantillon, on ne les mentionne ici que pour mémoire.

HOUILLES DU BOURBONNAIS.

Bassin houiller de Commentry (Allier).

Nᵒˢ d'ordre.	Noms des concessions ou localités.	Désignation des couches.	Poids spécifiques.	Coke.	Produits volatils.	Résidu à l'incinération.	Plomb réduit de la litharge.	Poids spécifique.	Coke.	Produits volatils.
1	Chambled. .	Marais.	1,38	88,40	11,60	4,70	31,63	1,33	87,85	12,17
2	Commentry.	Amenat.	1,27	60,80	39,20	2,00	28,07	1,26	60,00	40,00
3	Néris. . . .	Gdᵉ couche.	1,35	65,20	34,80	15,40	22,91	1,25	58,87	41,13
4	*Id.*	Ferrières.	1,31	61,30	37,50	9,90	23,84	1,24	56,76	43,24

(1) Coke pulvérulent; cendres grises.

Cette anthracite, dont la découverte est de date toute récente, s'est déjà en partie substituée pour la cuisson de la chaux à la houille à longue flamme

de la contrée. Elle doit prochainement alimenter des hauts fourneaux présentement en construction.

(2, 3, 4) Cokes métalloïdes peu boursouflés; cendres rougeâtres pour le n° (2), grises pour les n°s 3 et 4. De ces houilles, dont la texture est schisteuse, la cassure cuboïde en grand, la couleur d'un brun très-prononcé, surtout pour le n° 4, une seule, celle de Commentry, est, quant à présent, l'objet d'une exploitation importante. Appliquée sur les marchés qui lui sont exclusifs à la généralité des usages industriels, elle paraît être, sur les marchés où elle rencontre les houilles de Brassac et de St.-Etienne, spécialement recherchée pour les foyers à grilles et à chaudières (sucreries, machines à vapeur), les primant très-notablement à cet égard, tandis qu'au contraire elle est primée pour les fours à chaux et les forges maréchales, par les houilles à courte ou à moins longue flamme de l'Auvergne et du Forez.

Bassin houiller de Doyet (Allier).

Noms des [illegible]cessions ou [illegible]calités.	Désignation des couches.	Poids spécifiques.	Coke.	Produits volatils.	Résidu à l'incinération.	Plomb réduit de la litharge.	Poids spécifiques.	Coke.	Produits volatils.	Plomb réduit.
[illegible]yet . . .	La Souche.	1,30	60,40	36,60	5,60	26,33	1,26	61,23	38,77	27,89
[illegible]ntvicq. .	Bourdignat.	1,28	60,87	39,13	3,20	27,13	1,26	59,58	40,42	28,03
Id.	Chauvais.	1,30	60,80	39,20	5,30	26,12	1,25	58,61	41,39	27,58
[illegible]enet . .	Gde masse.	1,32	61,20	38,80	10,10	23,34	1,25	56,84	43,16	25,96

(1, 2, 3, 4) Cokes peu boursouflés métalloïdes; cendres rougeâtres pour les n° 1 et 3, blanches, volumineuses pour les n°s 2 et 4.

Ces houilles, en tout point analogues à celles du bassin de Commentry (abstraction faite de l'an-

thracite qui n'a point encore été signalée dans le Bassin de Doyet), desservent les mêmes marchés.

La dernière, la houille de Bezenet, passe d'ailleurs, comme celle des Ferrières, aux houilles sèches à longue flamme.

Bassin houiller de Fins (Allier).

N° d'ordre.	Noms des concessions ou localités.	Désignation des couches.	Poids spécifiques.	Coke.	Produits volatils.	Résidu à l'incinération.	Plomb réduit de la litharge.	Poids spécifiques.	Coke.	Produits volatils.	
1	Montet	»	1,38	78,20	21,80	12,00	27,26	1,30	76,23	24,77	3
2	Gabeliers. . .	»	1,34	76,50	23,50	6,30	29,20	1,29	74,92	25,08	3
3	Deux-Chaises.	Chapette.	1,48	81,00	19,00	26,30	22,35	1,29	74,22	25,78	3
4	Fins.	»	»	70,40	29,60	51,70	»	»	68,28	31,72	
5	Noyant. . . .	»	1,30	66,25	33,75	7,30	26,14	1,26	62,49	37,51	2

(1, 2, 3) Coke métalloïde boursouflé; cendres grises pour les n°s 1 et 2, rougeâtres pour le n° 3.

Ces houilles, d'une texture schisteuse, peu homogène, d'un beau noir en masse, d'un noir brunâtre en poussière, sont les seules dans le Bourbonnais qui appartiennent à la série des houilles grasses à courte flamme. Consommées dans un rayon très-restreint, elles alimentent des fours à chaux, des forges maréchales et des verreries.

(4) Les résultats ci-consignés sont empruntés à la voie sèche de M. Berthier.

Cette houille, présentement inexploitée, et dont on n'a pu se procurer d'échantillon, était réputée de bonne qualité pour la forge; et, en effet son rendement en coke tend à l'assimiler aux excellentes houilles maréchales de Rive-de-Gier.

(5) Coke métalloïde boursouflé; cendres rougeâtres.

Cette houille, bien moins réputée que le n° 4, occupe un rang déjà élevé dans la série des houilles grasses à longue flamme. Ce n'est plus une houille maréchale, mais bien une houille grasse flambante, plus ou moins propre à la grille selon sa pureté.

Bassin houiller de Bussière la Grue (Allier).

N° d'ordre.	Noms ou concessions des localités.	Désignation des couches.	Poids spécifiques.	Coke.	Produits volatils.	Résidu à l'incinération.	Plomb réduit de la litharge.	Poids spécifiques.	Coke.	Produits volatils.	Plomb réduit.
1	Bussière-la-Grue.	»	1,34	62,00	38,00	16,00	21,59	1,24	54,76	45,24	26,59

(1) Coke fritté; cendres volumineuses d'un gris jaunâtre.

Cette houille, dont la découverte est de date fort récente, se classe par tous ses caractères parmi les houilles sèches à longue flamme.

Bassin houiller de Bert (Allier).

N° d'ordre.	Noms des concessions ou localités.	Désignation des couches.	Poids spécifiques.	Coke.	Produits volatiles.	Résidu à l'incinération.	Plomb réduit de la litharge.	Poids spécifiques.	Coke.	Produits volatils.	Plomb réduit.
1	Bert.	Grande couche.	1,36	64,20	35,80	13,75	23,32	1,27	58,47	41,53	27,04

(1) Coke métalloïde boursouflé; cendres rougeâtres.

Cette houille; dont l'exploitation a pris ces années dernières une assez grande extension, se rapproche, par sa composition et ses caractères, de

celle de Commentry ; c'est, comme cette dernière, une houille grasse à longue flamme, déjà cependant notablement moins grasse, mais néanmoins propre comme elle à la grille, et d'un emploi plus ou moins économique, selon la spécialité du foyer, et aussi selon sa pureté.

De cette revue générale, il ressort :

Que les lambeaux houillers disséminés sur le sol primaire de l'Auvergne et du Bourbonnais recèlent dans leur sein la série complète des houilles sèches à courte flamme, grasses à courte flamme, grasses à longue flamme et sèches à longue flamme.

Que si aucun des lambeaux pris isolément n'offre cette série en son entier, plusieurs en renferment des portions continues considérables : ainsi les bassins de Brassac et de la haute Dordogne ont à la fois des houilles sèches à courte flamme, grasses à courte flamme et grasses à longue flamme, le bassin de Fins, des houilles grasses à courte flamme et des houilles grasses à longue flamme; que d'autres lambeaux, ce qui est encore plus remarquable, en renferment des termes discontinus fort distants, même les termes extrêmes : Ainsi le bassin de Montaigut, où se trouvent à une extrémité des houilles sèches à courte flamme, et à l'autre extrémité des houilles sèches à longue flamme : ainsi surtout le bassin de Commentry où se trouvent à quelque cent mètres de distance et sur une même lisière du bassin, l'anthracite de Chambled et la houille sèche à longue flamme des Ferrières.

Sans entrer ici, au sujet de ces énormes variations, dans des discussions géologiques hors de propos, on ne peut point cependant ne pas faire

remarquer que ces natures si divergentes des houilles d'un même lambeau tendent fortement à infirmer les conclusions que l'on pourrait, relativement à l'âge de quelques-uns de ces bassins, tirer de la nature de la houille y recélée, et les doivent tous faire tenir pour contemporains jusqu'à preuve contraire, à déduire de faits de tout autre ordre. Encore l'on ajoutera que si, pour l'un de ces bassins (Brassac), la nature des houilles semble être dans une dépendance simple de l'âge des strates et de la présence des roches porphyriques subordonnées à la formation houillère, le plus grand nombre semble échapper à toute loi semblable. Ainsi tantôt les mêmes couches changent de nature, et parfois changent dans un sens opposé à l'influence présumée des roches porphyriques observables dans leur voisinage (telles, par exemple, les couches de Fins, qui, au lieu de s'apauvrir, s'enrichissent en gaz à l'approche de la célèbre roche Noire), tantôt on voit le gisement, qui semblerait réunir toutes les conditions d'existence d'une certaine nature de houille, usurpé par la houille de la nature la plus opposée; tel le gîte de Ferrière (bassin de Commentry), où se trouve sur la lisière du bassin, et presque en compagnie des roches porphyriques très-développées, l'une des houilles les moins carbonées du Bourbonnais.

2° *Cokes des mines de Mégécoste, Les Barthes et Le Feu, bassin de Brassac* (Haute-Loire).

Ces cokes, essayés à la demande des producteurs sous le rapport de la pureté, ont donné à l'incinération les résultats suivants :

Coke de Mégécosté, cendres rougeâtres, 16 p. 0/0;

Coke des Barthes, cendres d'un rouge violet, 21,6 p. o/o.

Coke du Feu, cendres rougeâtres, 21,2 p. o/o.

Ces cokes, d'excellente qualité d'ailleurs, laissent beaucoup à désirer sous le rapport de la pureté.

3° *Minerais de fer divers.*

Ont été essayés pour fer au creuset brasqué avec 30 p. o/o borax, les minerais ci-après :

Puy-de-Dôme.

Minerai de la Forestie, près Mauzun.

Fer oxyde hydraté en couche dans la formation tertiaire :

A donné pour 10 grammes de minerai $4^{g.},73$ de fonte ou 47,3 p. o/o.

Minerai de Liournat, près Saint-Sauves.

Fer oxydé hydraté :

A donné pour 10 grammes, fonte $3^{g},20$ ou 32 p. o/o.

Basalte de Rochefort présumé très-ferrugineux :

N'a donné pour 10 grammes que fonte $0^{gr.},39$ ou 3,9 p. o/o.

Haute-Loire.

Minerai des houillères du Feu, fer carbonaté lithoïde :

A donné pour 10 grammes, fonte 3,81 ou 38,1 p. o/o.

Minerai de La Taupe, fer hydroxydé et carbonaté dans le terrain houiller :

A donné pour 10 grammes, fonte 3,50 ou 35 p. o/o.

Minerai de Mégécoste, fer hydroxydé et carbonaté :

A donné pour 10 grammes, fonte 3,85 ou 38,5 p. o/o.

Cantal.

Minerai de Trémouille, fer oxydé rouge compacte :

A donné pour 10 grammes, fonte 4,89 ou 48,9 p. o/o.

Minerai de Vendes, commune de Bassignac : fer carbonaté lithoïde :

A donné pour 10 grammes, fonte 3,63 ou 36,3 p. o/o.

Scorie d'ancienne forge de Tinière :

A donné pour 10 grammes, fonte 4,21 ou 42,1 p. o/o.

4° *Minerai de cuivre d'Isserpent* (Allier).

Ce minerai, provenant d'une exploration entreprise aux lieux dit les Rocs, commune d'Isserpent (Allier), et remis au laboratoire par l'explorateur, M. d'Orelle, consiste en une roche de quartz et stéatite dont la couleur, verdâtre en masse, mais maculée de rouge et de bleu, révèle à la fois la présence des carbonates vert et bleu, et de l'oxydule de cuivre.

On a procédé à la détermination de la richesse en cuivre par la voie sèche et par la voie humide.

Pour l'essai par la voie sèche :

10 grammes de minerai ont été mêlés à 20 gr. de flux noir et 10 gr. de borax.

La fusion a donné une scorie rougeâtre bien fondue et un culot de cuivre d'un beau rouge, lequel a pesé 0g.,56.

D'où, teneur du minerai en cuivre, 5,6 p. o/o.

Pour l'essai par la voie humide :

10 grammes de minerai préalablement porphyrisé, ont été attaqués par l'acide muriatique concentré. On a évaporé avec la liqueur d'attaque,

repris par l'eau acidulée, filtré et précipité le cuivre par une lame de fer.

Le cuivre recueilli et desséché a pesé $0^{g.},58$; d'où teneur en cuivre 5,8 p. o/o. Résultat parfaitement concordant avec celui de l'essai par voie sèche.

La teneur en cuivre ainsi déterminée, on a voulu étudier l'effet du lavage sur le minerai.

A cet effet 100 grammes, finement pulvérisés, ont été lavés avec soin à l'augette au $\frac{1}{10}$.

Les 10 grammes, provenant de ce lavage, fondus avec 20 grammes de flux noir et 10 grammes de borax, comme ci-dessus, ont donné :

Cuivre. . . . . $1^{g.},55$

Les 100 grammes soumis au lavage tenant $5^{g.},80$ de cuivre, on voit que ce lavage a fait perdre plus des deux tiers du métal.

D'où l'on peut conclure, qu'en raison de la grande dissémination des parties cuprifères dans la gangue, il est à craindre que le minerai d'Isserpent ne puisse être lavé avec profit, et n'exige après simple triage un traitement immédiat en fonte crue, le cas admis d'ailleurs que le gîte encore peu étudié donne lieu à une utile exploitation.

5° *Trachytes pyriteux aurifères de Mandailles* (Cantal).

L'étude faite en 1839 (Voir travaux de cette année) du trachyte de Benex, près Mandailles, ayant appris que ce trachyte renferme en moyenne 7 p. 100 de pyrites intimement disséminées dans sa masse, on eut dès lors l'idée, suggérée par la prétendue origine du mot Aurillac (*Auri-Lacus*), par les prétendus lavages pour or des sables de

la Jordanne rapportés dans plusieurs auteurs, de rechercher si ces pyrites étaient ou non aurifères, et à quel degré.

A cet effet, une assez grande masse de cette roche fut successivement pulvérisée, puis lavée à diverses reprises et sans méthode aucune, soit par agitation et décantation dans une simple terrine, soit par entraînement sur une augette.

Ce lavage des plus grossiers, ayant finalement donné le minime résidu d'une soixantaine de grammes, on a soumis ce résidu à un dernier raffinage fait sur l'augette avec tout le soin possible, raffinage pendant lequel on a pu constamment discerner de la poudre d'or formant en tête de l'augette une dernière traînée, et qui a d'ailleurs permis de faire du produit des lavages deux parts, l'une renfermant la presque totalité des pyrites, et qui a pesé : pyrites avec gangue 54g.,34; l'autre de pyrites parfaitement pures et renfermant la traînée d'or visible à l'œil nu, laquelle a pesé 0,53.

Pour déterminer la quantité d'or contenue, on a procédé comme il suit :

Des 54g.,34 de pyrites avec gangue,
50g.,00 ont été grillés et ont donné
44g.,00 matières oxydées, gangue et or.
De ces 44g., 20 grammes ont été fondus une première fois avec
5 flux noir,
et 50 de litharge,
Et n'ayant point donné de culot ont été refondus
avec 15g. de flux noir,
et 60 de litharge.
La fonte a donné un culot de plomb pesant :
Plomb. . . . . 4g.,46.

Ce culot, passé à la coupellation, a fourni un bouton jaune pâle, pesant:

Or et argent. . . . . $0^{g},009$.

Ce bouton, traité à chaud après avoir été aplati sous le marteau, par l'acide nitrique concentré, s'est foncé en couleur et s'est réduit au poids de or. . . 0,008, pour 20 gr. matière grillée ou 22,73 non grillée, ce qui porte la totalité de l'or contenu dans les 54 gr. de pyrites avec gangue,

$$\text{A or. . . . . } 0^{g},008 \times \frac{54,34}{22,73} = 0^{g},01912.$$

D'un autre côté, les $0^{g},53$ de pyrites pures avec poussière d'or visible ont été fondus avec 60 gr. de litharge.

Le culot de plomb obtenu du poids de $5^{g},53$ a fourni à la coupellation un bouton d'or auquel l'acide nitrique n'a rien enlevé de sensible à la balance, et qui a pesé,

Or. . . . . . . $0^{g},0415$.

Ainsi donc, les $54^{g},87$ de pyrites traitées ont fourni,

D'une part, or.	$0^{g},0191$
Et d'une autre part, or.	$0^{g},0415$
Total, or obtenu. . . .	$0^{g},0606$

C'est-à-dire un peu plus du millième des pyrites traitées.

Cette teneur énorme, imputable, il est vrai, en grande partie à l'enrichissement évident des pyrites traitées par les pyrites perdues au lavage, autorise cependant, relativement à la masse commune de ces pyrites, la conclusion rigoureuse d'une teneur en or exploitable.

En effet, en recherchant après coup quelle pouvait avoir été la masse de roche pulvérisée et lavée,

on est arrivé au chiffre très-approximatif de 30 kilog., lesquels, dans un lavage parfaitement soigné, comme plus tard on a eu occasion d'en exécuter, eussent donné, au lieu d'une soixantaine de grammes, le même chiffre par chaque kilog., c'est-à-dire trente fois plus. Eh bien, en admettant que le $\frac{1}{30}$ de pyrites fondu se soit enrichi de tout l'or des $\frac{29}{30}$ de pyrites perdus, ce qui évidemment n'est pas (cette énorme perte en pyrites n'ayant pu avoir lieu sans une perte considérable en or), il en ressortirait encore pour la masse commune des pyrites une teneur de

$$\frac{0,001}{30} = 0,000033$$ que souvent n'atteignent pas les pyrites exploitées pour or.

Il ressort donc de l'essai ci-dessus, qu'il existe à Mandailles des pyrites à teneur aurifère exploitable; mais malheureusement les essais postérieurs ci-dessous enregistrés établissent que cette teneur ne s'applique point à la généralité des pyrites de cette localité, à la masse entière du trachyte pyriteux.

La nature aurifère de la roche de Mandailles ayant été constatée comme il vient d'être dit ci-dessus, on n'eut rien de plus pressé que de chercher à déterminer exactement sa teneur.

On a d'abord opéré sur la roche elle-même; après maints tâtonnements, on est arrivé à traiter comme il suit, en fusion directe, la masse considérable, pour ces sortes d'essais, d'un kilogramme de roche.

Cette quantité de roche, 1000 gr. a été répartie également dans quatre creusets chargés au tiers seulement de leur capacité de :

250 gr. de roche finement pulvérisée,

125 gr. de litharge.
12,50 gr. de nitre.

La fonte de ces quatre creusets opérée au fourneau à vent, en modérant le tirage, a parfaitement réussi et donné 4 culots de plomb pesant :

N. (1)	4,01.
N. (2)	4,71.
N. (3)	5,04.
N. (4)	5,05.
Ensemble	18g.,81.

Ces 18g.,81 de plomb passés à la coupelle ont donné un bouton d'or et argent de 0g.,018.

Mais ce bouton, nonobstant sa belle couleur jaune, qu'on a dû attribuer à ce qu'il avait été fortement chauffé dans la moufle après l'éclair, s'est dissous dans l'acide nitrique, et n'a laissé qu'une poudre d'or, dont le poids a été insensible à la balance et par conséquent s'élevait au plus à un demi-milligramme.

Même résultat a été obtenu d'un second essai fait sur les mêmes données. La coupellation des quatre culots de plomb du poids total de 16g.,94 n'a de nouveau fourni qu'une quantité d'or insensible à la balance.

Or on remarquera qu'au grand minimum, d'après l'essai des 30 kilogr., le rendement du kilogramme eût dû être de 2 milligrammes.

Ces deux essais accusent donc formellement une teneur essentiellement différente et de beaucoup moindre que dans le premier essai.

Cependant on ne s'en est point tenu là. Pouvant craindre que dans ces essais par fusion directe de la roche l'énorme proportion de matières ter-

reuses en présence de l'or ne fût un obstacle à sa séparation par le plomb réduit,

On a recommencé de nouveaux essais avec lavage préalable, en apportant à ce lavage tous les soins possibles.

1,000 grammes de roche finement pulvérisée ont donné à l'augette :

57$^{g.}$,09 de pyrites presque pures;

	gr.
Desquels.	57,09
On a grillé.	50,00
Et conservé à l'état de pyrites.	7,09

Le grillage des 50 grammes ayant donné :

Produit grillé. 38,52

On a fondu en trois fois comme suit :

1re fonte :	Matière grillée. . . .	7,70
	Pyrites porphyrisées.	1,00
	Litharge.	50,00
2e et 3e fonte :	Matière grillée. . . .	15,41
	Pyrite porphyrisée. .	2,00
	Litharge.	100,00

Ces trois opérations ont donné en plomb :

La 1re 2$^{g.}$,69, la 2e 4$^{g.}$,67, la 3e 5$^{g.}$,00; total 12$^{g.}$,36.

Ces 12$^{g.}$,36 de plomb, passés à la coupelle, ont fourni un bouton d'or et argent pesant 0,008, mais que l'acide nitrique a vivement attaqué, ne laissant qu'une poudre d'or dont le poids total ne s'est pas élevé au milligramme.

Cet essai, que l'on a d'ailleurs répété, concordant avec les essais opérés par fusion directe de la roche, force est de conclure des uns et des autres que la teneur aurifère exploitable premièrement trouvée, n'est point générale dans la masse de la roche pyriteuse, mais bien accidentelle.

En cet état de choses, il semble fort douteux que le trachyte de Mandailles soit appelé à jouer, comme gîte aurifère, aucun rôle industriel. Néanmoins les notions acquises sur sa nature aurifère ne sont point absolument sans intérêt au point de vue géologique et historique. Et de plus il ne serait pas impossible qu'en déterminant l'étude chimique de plusieurs autres trachytes, également pyriteux, du Cantal et du mont Dore, elles conduisissent à quelque résultat d'utilité industrielle.

RÉSULTATS PRINCIPAUX

Des expériences faites dans le laboratoire de Marseille, pendant l'année 1841;

Par M. DIDAY, Ingénieur des mines.

1° *Combustibles.*

On a analysé des échantillons des deux combustibles employés dans les essais de la machine d'épuisement des mines de lignite du Rocher-Bleu.

Le premier est une houille d'Écosse, compacte, très-dure, se clivant moins bien que celles de Newcastle, et brûlant avec une flamme un peu plus courte. Elle colle très-peu sur la grille, et ne donne que des cendres grises, presque sans mâchefer.

Par calcination en vase clos, elle donne un coke fritté, mais n'augmente pas notablement de volume.

Le second échantillon provient des mines du Rocher-Bleu, et de la couche dite *la grande mine*. C'est un lignite de bonne qualité, brûlant avec une belle flamme. Calciné en vase clos, il se fendille beaucoup moins que ne le font ordinairement les charbons de ce genre; les fragments ont même une certaine adhérence entre eux.

	Houille.	Lignite.
Matières volatiles.	0,240	0,463
Charbon.	0,738	0,502
Cendres.	0,022	0,035
	1,000	1,000
Composition des cendres.		
Carbonate de chaux.	0,182	0,257
Oxyde de fer.	0,136	0,628
Argile.	0,682	0,115
	1,000	1,000
Pouvoir calorifique.	0,906	0,712
Pouvoir des matières volatiles.	0,168	0,210
Teneur en pyrites.	0,0048	0,0222

Les essais de laboratoire et ceux qui ont été faits, sur une plus grande échelle, aux mines du Rocher-Bleu, donnent à très-peu près le même chiffre pour le rapport entre les pouvoirs calorifiques de ces deux combustibles.

2° *Essai d'une eau ammoniacale.*

Cette eau provient de l'une des usines à gaz de Marseille. Elle est jaunâtre et exhale une odeur bitumineuse très-forte; elle marque 3° à l'aréomètre.

Pour connaître la quantité d'ammoniaque qu'elle

contenait, on l'a sursaturée d'acide muriatique, et on l'a rapprochée presque jusqu'à sec. En reprenant par l'eau distillée, on a laissé une assez grande quantité de matières bitumineuses et de soufre. On a alors rapproché de nouveau, et évaporé jusqu'à siccité dans une fiole à long col. Le résidu a été chauffé de manière à sublimer tout le sel ammoniac, qui pesait 0,03464; ce qui correspond à 0,01678 d'ammoniaque.

3° *Calcaires.*

	Digne.	Canal de Marseille.	
	(1)	(2)	(3)
Eau et matières bitumineuses.	0,039	0,045	0,035
Oxyde de fer.	0,075	0,040	0,020
Carbonate de chaux.	0,536	0,750	0,795
Sable et argile.	0,350	0,165	0,150
	1,000	1,000	1,000

(1) Marnes du lias de Digne (Basses-Alpes). L'échantillon analysé a été pris dans le voisinage des plâtrières. La proportion d'argile est trop forte pour que la chaux donnée par ce calcaire puisse être employée : elle ne durcit ni à l'air ni dans l'eau.

Les échantillons (2) et (3) ont été pris sur le tracé du canal de Marseille. Ce sont des calcaires d'eau douce. Ils donnent des chaux moyennement hydrauliques.

4° *Calcaires magnésiens.*

	Castellane. (1)	Auriol. (2)	Rougiers. (3)
Eau.	»	»	0,007
Oxyde de fer.	»	0,010	0,010
Carbonate de chaux.	0,549	0,543	0,937
Carbonate de magnésie. . . .	0,446	0,442	0,021
Argile.	0,005	0,005	0,025
	1,000	1,000	1,000

(1) Dolomie de la montagne de Destourbe, près de Castellane (Basses-Alpes).

(2) Dolomie des plâtrières de l'Auriol (Bouches-du-Rhône). L'échantillon pris au contact du gypse ne renferme pas de trace de sulfate de chaux.

(3) Calcaire pris dans le voisinage du basalte de Rougiers (Var); il appartient à la formation du muschelkalk.

5° *Marnes et argiles.*

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Eau.	0,025	0,050	0,055	0,051	0,070
Carbonate de chaux.	0,455	0,410	0,260	0,384	0,625
Oxyde de fer. . . .	0,030	0,030	0,050	0,050	0,075
Silice.	0,440	0,460	0,565	0,405	0,200
Alumine.	0,050	0,050	0,070	0,110	0,030
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Eau.	0,075	0,105	0,080	0,070	0,045
Carbonate de chaux.	0,385	0,045	»	»	0,410
Oxyde de fer. . . .	0,100	0,110	0,115	0,100	0,085
Silice.	0,385	0,515	0,660	0,675	0,395
Alumine.	0,055	0,225	0,145	0,155	0,065
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

	(11)	(12)	(13)	(14)
Eau.	0,046	0,065	0,051	0,052
Carbonate de chaux.	0,464	»	0,544	0,018
Oxyde de fer.	0,070	0,135	0,055	0,020
Silice.	0,370	0,730	0,285	0,675
Alumine.	0,050	0,070	0,065	0,235
	1,000	1,000	1,000	1,000

Les analyses qui précèdent ont été faites sur des échantillons recueillis dans les environs d'Apt, et dans le but de rechercher des fondants convenables pour le minerai de Rustrel. La gangue de ce minerai étant, comme on sait, entièrement quartzeuse, il était important de trouver dans le voisinage des marnes ou des argiles alumineuses; l'argile de Bedoin que l'on emploie comme fondant au fourneau de Velleron, étant trop éloignée de Rustrel pour que l'emploi puisse en être avantageux dans cette localité.

Les argiles n^{os} (7) et (14) fourniront d'excellents fondants : on pourrait même, à défaut de

celles-ci, employer, pour cet objet, les nos (4) (8) et (9). Mais, dans toutes les autres, le rapport de l'alumine à la silice est trop faible pour qu'elles puissent servir de fondants à un minerai dont la gangue n'est formée que de silice.

Les nos (1) à (4) appartiennent à la formation des grès verts. Ces argiles ont l'inconvénient de renfermer souvent des rognons de pyrites; elles exigeraient donc, pour pouvoir être employées, un tirage fait avec beaucoup de soin. Il paraît d'ailleurs que les pyrites ne s'y trouvent qu'en rognons et non en particules disséminées; car on n'a trouvé de traces de soufre dans aucun des échantillons analysés.

Les autres argiles du n° (5) au n° (14) proviennent du terrain d'eau douce : elles ne renferment pas de soufre.

6° *Terres végétales.*

	(1)	(2)	(3	(4)	(5)
Sable.	0,024	0,118	0,022	0,116	0,194
Argile.	0,271	0,492	0,243	0,389	0,296
Oxyde de fer. . . .	0,040	0,085	0,050	0,070	0,030
Carbonate de chaux.	0,634	0,205	0,661	0,295	0,036
Humus et eau. . .	0,031	0,100	0,024	0,130	0,444
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Toutes ces terres proviennent de la commune de Noves. Les nos (1) et (2) ont été pris dans deux pièces voisines cultivées l'une et l'autre pour betteraves. Les nos (3) et (4) sont les sous-sols des mêmes pièces et se trouvent à une profondeur de 30 centimètres environ.

Le n° (4), provenant du voisinage des roubines de Noves, contient beaucoup de petites racines et d'autres débris végétaux. Traité par l'acide muriatique, il dégage un peu d'hydrogène sulfuré.

L'échantillon n° (5), qui a été pris à 30 centimètres de profondeur près des Paluds de Noves, pourrait être considéré comme une véritable tourbe. Il est noir, friable, contient beaucoup de débris de roseaux, et donne, avec l'acide muriatique, une très-forte odeur d'hydrogène sulfuré.

7° *Minerais de fer.*

	Les Baux. (1)	Rustrel. (2)
Eau	0,130	0,128
Alumine	0,025	»
Peroxyde de fer	0,805	0,800
Quartz et argile	0,040	0,072
	1,000	1,000
Richesse en fer	0,555	0,552

(1) Minerai des Baux (Bouches-du-Rhône). Il diffère complétement, par ses caractères minéralogiques et les circonstances de son gisement, des minerais en grains que l'on trouve dans la même localité. Il se rapproche plutôt, sous ce double rapport, des minerais en cavernes que l'on connaît dans le département de Vaucluse, à Lagnes, Saumane, Gordes, etc. Le traitement en serait facile; mais il paraît malheureusement qu'il n'est pas très-abondant.

(2) Échantillon de choix du minerai de N.-D.-des Anges, commune de Rustrel (Vaucluse).

Quelques essais ont été faits pour rechercher dans ce minerai l'alumine et le manganèse. La première de ces deux substances y a été trouvée en proportion indosable ; mais on n'a pu y reconnaître aucune trace de manganèse.

Le résidu insoluble dans les acides est entièrement quartzeux.

8° *Pyrite de fer.*

Un échantillon de pyrite provenant des environs d'Alais (Gard) a été remis au laboratoire par des personnes qui se proposaient d'employer cette substance pour la fabrication de l'acide sulfurique. On s'est borné par conséquent à déterminer sa teneur en soufre : elle a été trouvée de 0,414.

9° *Laitier de Rustrel.*

Ce laitier a été obtenu dans le traitement du minerai de N.-D.-des-Anges, auquel on ajoutait comme fondant du calcaire néocomien de Rustrel (qui est du carbonate de chaux pur), et un mélange des marnes dont l'analyse a été donnée ci-dessus, sous les nos. (1) et (2) : il correspond à un bon roulement.

Il est bien vitrifié, d'une belle couleur améthyste, qui disparaît lorsqu'on le pulvérise ; il devient alors d'un blanc sale.

Sa composition est la suivante :

Silice.	0,625
Alumine.	0,095
Protoxyde de fer.	0,030
Chaux.	0,250
	1,000

Il contient en outre une trace indosable de soufre

La petite quantité d'oxyde de fer qu'il renferme n'a pas permis de rechercher si cet oxyde était mêlé de manganèse; mais, en dissolvant dans l'eau le produit de l'attaque à la potasse, on n'a pas obtenu la coloration que donnent ordinairement les matières manganésifères.

Sa composition peut être représentée par la formule $B^2\ Si^3$.

On remarquera que le rapport entre l'alumine et la silice est plus fort dans ce laitier que dans les fondants employés. Il était à craindre par conséquent que cet excès d'alumine ne fût emprunté aux briques du fourneau. Aussi s'est-on hâté de changer la composition du lit de fusion dès que cette analyse a été connue.

RÉSULTATS PRINCIPAUX

Des expériences faites dans le laboratoire d'Alais, pendant l'année 1841;

Par M. VARIN, Ingénieur des mines.

Pendant l'année qui vient de s'écouler, il a été donné suite aux essais, commencés l'année précédente, sur la composition des houilles du bassin d'Alais.

Tableau des houilles essayées.

Nos.		Charbon.	Matières volatiles.	Cendres.
1	Houille de Bessége.	0,685	0,255	0,060
2	Lignite de Saint-Christol.	0,340	0,460	0,200
3	Houille de la Grand-Combe, col Malpertuis.	0,805	0,170	0,025
4	*Id.* *id.* couche du Pin. .	0,740	0,185	0,075
5	*Id.* de Bessége.	0,630	0,245	0,125
6	*Id.* de la Grand-Combe, couche du Plomb.	0,775	0,190	0,035
7	*Id.* de Cessous, moyenne de 3 expériences.	0,783	0,177	0,040
8	*Id.* de Cessous, couche de Masse, 3 expér.	0,585	0,265	0,150
9	*Id.* de Cessous, couche de Salze, 2 expér.	0,830	0,075	0,095

N° 1. *Houille de Bessége.*—Fritée, grenue, très-dure, avec des traces de charbon fibreux, brûle avec une flamme longue et fuligineuse, se ramollit beaucoup à la première impression de la chaleur. Coke très-boursouflé; cendres jaunâtres.

N° 2. *Lignite de Saint-Christol, près Alais.* — Demandé en concession. A grandes lames, noir bleu foncé, longue flamme; cendres blanches, abondantes; coke pulvérulent.

N° 3. *Houille de la Grand-Combe, galerie n° 1, col Malpertus.* — Très-beau coke; cendres jaunâtres.

N° 4. *Houille de la Grand-Combe, couche du Pin.* — Pyriteuse; cendres d'un gris rougeâtre, bon coke.

N° 5. *Houille de Bessége.* — Dure, grenue; coke boursouflé; cendres jaunâtres.

N° 6. *Houille de la Grand-Combe, couche du Plomb.*— Pyriteuse; cendres rouge brun; coke fritté.

N° 7. *Houille de Cessous, couche de* 1m,20.— Brillante, assez pure, collante; flamme longue et fuligineuse; cendres blanches et peu abondantes.

N° 8. *Houille de Cessous, couche de masse de* 1m,80. — Pyriteuse, tendre; flamme longue et fuligineuse, très-collante; cendres grisâtres.

N° 9. *Couche de Salze* (supposée celle de Champelauzon). — Très-dure, aspect métallique; coke pulvérulent; cendres blanches.

Ces essais ont été faits comme par le passé par le garde-mines du Gard, sous ma surveillance et avec ma coopération.

MÉMOIRE

Sur l'exploitation des mines de houille aux environs de Newcastle sur Tyne.

Par M. PIOT, Élève-Ingénieur des mines.

I.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE ET GÉOLOGIE DU TERRAIN HOUILLER DE NEWCASTLE (1).

Trois étrangers arrivant à Newcastle par des voies différentes, auront conçu des opinions bien dissemblables sur l'industrie du pays. Celui que le chemin de fer de Carlisle vient d'amener aux portes de la ville, aura traversé à partir d'Hexham un pays accidenté et agricole. A peine, à son arrivée, et en côtoyant la Tyne, aura-t-il aperçu quelques maigres embarcadères qui ne répondent nullement à son attente; encore sera-t-il porté à croire que le principal commerce du pays est relatif à l'agriculture, qu'il n'y a d'autre exportation que celle de la chaux, fournie en abondance par l'immense formation de calcaire carbonifère du (Aspect général du pays.)

(1) Je me suis toujours attaché à donner des nombres exacts; et, le plus souvent, à côté de l'évaluation en mesures anglaises, j'ai placé la valeur française correspondante; on trouvera cependant plusieurs cas où la transformation n'a pas été faite; il y a, du reste, des circonstances où elle n'eût été d'aucune utilité. Pour suppléer aux omis-

Cumberland et du Northumberland occidental; il aura compté bien plus de blanches places d'as-

---

sions de ce genre, je place ci-dessous un tableau comparatif des différentes mesures :

1° *Monnaies.*

1 livre sterling	=	25 fr. 25	=	20 shillings.
1 shilling	=	1 fr. 25	=	12 pence.
1 penny	=	0 fr. 104.		

2° *Mesures de longueur.*

1 pouce	=	$0^{m},025$	=	$\frac{1}{12}$ du pied.
1 pied	=	$0^{m},305$	=	$\frac{1}{3}$ du yard.
1 yard	=	$0^{m},914$	=	$\frac{1}{2}$ fathom.
1 fathom	=	$1^{m},83$	=	2 yards.
1 mille	=	$1609^{m},315$	=	1760 yards.

Mesures de superficie.

Yard carré = $0^{m.\ q.},836$.
Acre = 0 ,404 hectares = 4840 yards carrés.

Mesures de capacité.

Je rapporte seulement celles qui sont relatives à la houille ou celles que j'ai citées dans ce mémoire.

1 pouce cube	=	$0^{m.\ c.},0000156$	=	$0^{lit.},0156$.
1 gallon impérial	=	$4^{litres},54345$	=	$277^{pouc.\ c.},274$.
1 boll	=	$1^{hect.},58046$	=	$34^{gal.\ imp.},90$.
1 chaldron de Newcastle	=	$37^{hect.},92$	=	24 bolls.

La meilleure manière de définir le chaldron de Newcastle est de le considérer comme la mesure qui renferme moyennement 53 quint. ou 2,991 kil. de houille; en prenant 75 k. pour le poids d'un hectolitre, on déduirait du nombre ci-dessus que le chaldron contient 36 hectolitres.

Un chaldron de Londres pèse 25 quint. $\frac{1}{2}$ ou 1295 kilo., d'où, au même taux que ci-dessus, sa capacité serait de $17^{hect.},26$.

Nous citerons encore le *bushel* ou boisseau, qui varie en Angleterre suivant son usage et les localités. Celui

semblage, que de *Keels* (1) naviguant péniblement sur le fleuve alors resserré entre ses rives. Si le hasard veut qu'un convoi de nuit l'amène dans la capitale du comté, il aura été frappé par les flammes qui s'échappent à sa gauche de l'usine de Lemington et des nombreuses verreries auxquelles Newcastle emprunte presque autant de célébrité qu'à sa houille; il aura remarqué toute cette illumination de fours à coke, qui sera pour lui le premier caractère extérieur de l'industrie houillère.

Le second voyageur apporté de Londres par le bateau à vapeur, admirera d'abord l'immense quantité de navires qui longent dans toutes les directions la côte orientale de l'Angleterre; il aura déjà fait connaissance avec ces vaisseaux de construction et de caractère particuliers qui transportent dans toutes les parties de l'Europe les produits de la contrée qu'il va visiter. Mais ce n'est qu'en arrivant à l'embouchure de la Tyne qu'il pourra se faire une idée suffisamment étendue du commerce de ce pays; ce n'est qu'après avoir admiré les nombreux et élégants embarcadères qui bordent le

---

qu'on employait à Londres pour mesurer le charbon était un cylindre de 19 pouces ½ (0m,49) de diamètre, 7 pouces ½ (0m,19) de profondeur; on le remplissait de manière à former au sommet un cône de 6 pouces (0m,152) de hauteur, d'où l'on conclut pour sa capacité 1hect.,44.

Mesures de poids.

Livre avoir du poids	=	0kil.,4534
Quintal de 112 livres	=	50 ,78
Tonne de 20 quintaux	=	1015 ,65
— — ou approximativement	=	une tonne métrique.

(1) Bateaux servant à transporter la houille.

fleuve, et viennent déposer sur le pont même du navire le charbon amené par les hommes et les machines à vingt mètres au-dessus du niveau des plus hautes eaux; ce n'est enfin qu'après s'être extasié devant le coup d'œil animé du port de Newcastle qu'il pourra avouer son impuissance, et la témérité qu'il y aurait à vouloir étudier complétement un pareil développement industriel.

Quant à l'étranger qui, parcourant la formation houillère du sud au nord, aura traversé le comté et la ville de Durham, il sera sans doute celui des trois qui connaîtra le mieux la richesse du pays. Sur sa route, il aura vu que tout est sacrifié à la houille, et pour lui les travaux souterrains se seront annoncés par ces immenses appareils d'extraction, d'épuisement et d'aérage placés à la surface. Il aura pu parcourir les chemins de fer tracés dans tous les sens, et sur lesquels se croisent à chaque instant des convois de wagons chargés de combustible. Il se sera demandé ce que signifient ces villages composés de maisons uniformes, et il n'aura pu contenir son étonnement quand il aura appris qu'elles sont habitées par des milliers de *Pitmen* (1).

Réunissons les impressions de ces trois hommes, et nous n'aurons qu'une faible idée de ce qu'offre à l'étude le district houiller du nord de l'Angleterre.

Limites de la formation houillère.

Ce district est limité au nord par la rivière Coquet, et au sud il s'étend jusqu'à une petite distance de la Tees. A l'est la mer lui sert de limite naturelle sur la moitié de sa longueur, et à l'ouest il est difficile de définir la ligne qui le termine. Nous avons essayé (*Pl. IV, fig.* 1), de donner une idée de

(1) Ouvriers mineurs.

son étendue. La partie comprise dans le polygone sinueux AAA est celle où les couches du terrain houiller viennent à la surface; mais il y a un grand nombre de mines en dehors de ces limites. Les puits percés dans les couches supérieures des terrains plus modernes vont retrouver au-dessous la formation carbonifère. En résumé celle-ci couvre une grande partie des comtés de Northumberland et de Durham; sa plus grande longueur du nord au sud est environ de 48 milles (77 kilomètres), et sa plus grande largeur de 24 milles (33 kilomètres). Sur toute cette étendue, l'aspect du sol est très-varié. Généralement plat et peu accidenté à l'est du méridien de Newcastle, il présente à l'ouest des collines qui s'élèvent de plus en plus et viennent enfin se réunir aux montagnes du Cumberland. Il est coupé par un assez grand nombre de cours d'eau; les rivières principales sont, en allant du nord au sud, Coquet, Wensbeck, Blyth, Tyne et son affluent Derwent Wear, et Tees. Les deux plus importantes pour le district houiller sont la Tyne et la Wear; nous en parlerons de nouveau quand nous traiterons de l'embarquement et du commerce de la houille. Caractères physiques.

Le terrain houiller de Newcastle repose sur le millstone gris et le calcaire métallifère qui forme dans le Cumberland des couches si riches en minerai de plomb. Il est recouvert en stratification discordante par le nouveau grès rouge et le calcaire magnésien, qui dans la carte, occuperaient la portion comprise entre le terrain houiller et la mer. Dans plusieurs endroits on trouve à la surface un sable jaune et peu solide qui offre des difficultés dans le creusement des puits. Géologie du district. Roches inférieures et supérieures du terrain houiller.

Composition du terrain houiller.

Les couches qui accompagnent la houille sont des grès et des schistes de nature variable; nous remettrons à en parler après avoir décrit les couches de charbon.

Nature et nombre des couches de charbon.

On en compte en tout quarante; mais, suivant M. Buddle, il n'y en a que 18 exploitées. Il les a réunies dans un tableau que nous avons reproduit ci-contre et sur lequel il faut donner quelques explications.

M. Buddle partage d'abord les mines en deux catégories, celles qui embarquent sur la Tyne, et celles qui embarquent sur la Wear.

La première catégorie présente deux subdivisions, les mines situées à l'est du méridien de Newcastle et celles qui sont situées à l'ouest.

I. *Est du méridien de Newcastle.*

1. Couche de *Monkton* et *Hebburn fell.* Elle a très-peu d'étendue et est enlevée de la surface par la Tyne au nord et par une faille au sud-ouest et à l'est. La houille qu'elle fournit est de qualité inférieure et mêlée avec des bancs de pierre; aussi n'a-t-elle été exploitée que dans les premiers temps.

2. *Three quarter coal.* Cette couche est de qualité inférieure. Elle n'a jamais été exploitée que pour le pays et à son sommet.

3. Couche de *High main.* C'est la meilleure de tout le pays pour l'épaisseur et pour la qualité. Au sud de la Tyne elle se mêle avec un banc de pierre qui la rend inexploitable. La meilleure portion est entre la Tyne et le *Main dike.* Elle est rejetée à 190 fathoms (342 mètres) au-dessous de la surface au nord de ce dyke.

RIVIÈRE WEAR.

EST DU MÉRIDIEN …

Noms des couches.

1. Monkton and Helme-burn fell seam.
2. Three quarter coal.
3. High main coal.
4. Metal coal seam.
5. Stone coal seam.
6. Yard coal seam.
7. Bensham seam.
8. Six quarter coal.
9. Five quarter coal.
10. Low main coal.
11. Crow coal.
12. Ryton five quarter coal.
13. Ryton ruler coal.
14. Beaumont seam.
15. N'a pas encore trouvée.
16. id.
17. id.
18. id.

…ÉRIDIEN DE CHESTER LE STREET.					OUEST DU MÉRIDIEN DE CHESTER LE STREET.				
…uches.	Distance d'une couche à la précédente.	Distance à la surface.	Épaisseur des couches.		Noms des couches.	Distance d'une couche à la précédente.	Distance à la surface.	Épaisseur des couches.	
	f.	fath.	p.	p.		f.	fath.	p.	p.
…e.	»	»	»		Disparue.	»	»	»	
…ie.	»	»	»		id.	»	»	»	
…r coal.	»	68	1	8	Shield row seam.	»	13	4	
… seam.	14	82	3	6	Five quarter seam.	12	27	6	6
… high …al.	11 ½	93 ½	6		Main coal ou Brass Thill.	10	37	4	7
…l seam.	11 ½	105	5	9	Mandlin coal seam.	22	59	4	3
…ouvée.	»	»	»		N'a pas été trouvée.	»	»	»	
… coal.	10 ½	115 ½	2		Low main coal.	5	64	4	
…eam.	14	129 ½	3	9	Hutton seam.	4	68	4	3
…ouvée.	»	»	»		N'a pas été trouvée.	»	»	»	
	»	»	»		id.	»	»	»	
	»	»	»		id.	»	»	»	
… seam.	22 ½	152	2		id.	»	»	»	
ét…ouvée.	»	»	»		id.	»	»	»	
	»	»	»		id.	»	»	»	
	»	»	»		id.	»	»	»	
	»	»	»		id.	»	»	»	

4. Couche du *Métal coal*. Elle est de seconde qualité et n'est exploitée qu'en partie.

5. Couche du *Stone coal*. Ne peut être travaillée que quand elle est réunie à la précédente.

6. Couche du *Yard coal*. N'est pas du tout exploitée.

7. Couche de *Bensham*. Elle est de seconde qualité, et renferme un banc de schiste. Elle est très-bonne pour la production du gaz d'éclairage et contient une variété appelée splint coal qui est très-bonne pour les chaudières.

8. (Six quarter coal.) N'est nulle part exploitée.

9. Five quarter coal. *Idem*.

10. Couche de *Low main*. N'est exploitée qu'au nord de la Tyne à Collingwood main. Elle est tendre, d'une qualité inférieure et donne des cendres blanches.

11, 12, 13 et 14 ne sont pas exploitées dans ce district.

II. *Ouest du méridien de Newcastle.*

Se subdivise en deux groupes :

1° *District de Tanfield.*

3. N'est pas exploitée avec profit et ne s'étend que sur une partie du district.

4 et 5 réunies donnent une bonne seconde qualité; mais elle est épuisée en grande partie.

6. Qui prend le nom de couche de *Brass Thill* est une seconde qualité exploitée sur beaucoup de points.

7, 8 et 9 réunies sous le nom de *Hutton seam*,

constituent la plus belle couche du pays. Le charbon est un peu tendre, mais sans pyrites et de la meilleure qualité. Il est maintenant en grande partie épuisé.

10. Ne peut être exploitée avec profit quoique de bonne qualité.

11, 12 et 13 sont trop minces pour être travaillées.

14. *Harvey's low main*, ou couche de *Busty bank*, est une bonne seconde qualité qui n'est travaillée qu'à son sommet pour le pays et sur le côté sud de la rivière Derwent. Elle reste presqu'en entier.

2° *District de Ryton et Walbotte.*

10. Est très-étendue au nord du Main Dyke. Sa qualité est variable, généralement inférieure et quelquefois très-mauvaise.

11. Est trop mince pour l'exploitation.

12. Est de seconde qualité et a été exploitée en grande partie.

13. Est trop mince pour être exploitée.

14. *Townley main.* Cette couche possède un grand nombre de noms différents suivant les localités. Elle est dans toute l'étendue du district d'une bonne seconde qualité. On l'a beaucoup exploitée.

15. *Stone coal.* Est d'une épaisseur uniforme dans tout le district, mais varie en dureté et en qualité.

16 *Under five quarter seam.* C'est une bonne qualité, mais elle est tendre et donne du menu.

17. *Yard seam.* N'est pas travaillée dans tout le district.

18. Couche de *Wood* ou *splint coal*. Existe dans tout le district et est beaucoup exploitée. Sa qualité est variable. On suppose que c'est la couche la plus basse.

Catégorie des mines qui embarquent sur le Wear. Elle se subdivise en deux : les mines situées à l'est du méridien de Chester le street et celles qui sont à l'ouest du même méridien.

III. *Est du méridien de Chester le street.*

3. *Three quarter coal*. Est d'une qualité très-inférieure et fort anciennement exploitée sur les bords de la Wear.

4 et 5, réunies sous le nom de couche *five quarter*, est d'une qualité inférieure et a été beaucoup exploitée dans quelques parties.

6. *High main coal*. Est généralement une bonne seconde qualité, mais très-mauvaise en quelques parties; on l'a beaucoup exploitée.

7. Couche de Mandlin coal est une bonne seconde qualité quand elle est assez épaisse; mais son épaisseur varie et il y a des bancs de pierre intercalés; elle a été beaucoup exploitée et l'est encore beaucoup.

8. N'a pas été trouvée, et, si on l'a quelquefois rencontrée, n'était pas exploitable.

9. *Low main coal*. Est d'une qualité et d'une épaisseur variables; elle manque dans certains endroits; quand elle est assez épaisse, c'est une seconde qualité beaucoup exploitée.

10. Couche de *Hutton*. Existe dans tout le district et donne les meilleurs charbons de la Wear; est très-exploitée.

14. Couche de *Beaumont*. Est à peine connue

et n'a été percée que dans une ou deux places près la Wear.

IV. *Ouest du méridien de Chester le street.*

3. Couche de *Shield row*. Est très-étendue et varie beaucoup en qualité; on ne l'exploite actuellement que dans une mine.

4 et 5. Existe dans tout le district, est variable en qualité; mais constitue généralement une bonne seconde qualité; est beaucoup exploitée.

6. Constitue sur la plus grande partie du district un charbon de deuxième qualité; est beaucoup exploitée.

7. L'épaisseur et la qualité sont très-incertaines; elle n'a point été beaucoup exploitée.

9. Existe dans tout le district, est d'une qualité inférieure, et n'est pas exploitée pour le commerce maritime.

10. Existe dans tout le district et n'a été que partiellement exploitée; elle fournit un charbon tendre et menu. Elle est quelquefois mélangée de couches de pierre et d'argile; c'est un mauvais charbon.

De cette énumération, nous pouvons déduire que l'épaisseur des couches de houille est très-variable dans toute l'étendue de la formation houillère; souvent même certaines couches disparaissent complétement; quelques-unes portent des noms différents suivant les localités. D'autres ont le même nom bien qu'elles soient différentes, soit parce que ce nom a une signification réelle qui s'applique à l'une aussi bien qu'à l'autre, soit parce que dans l'origine on aura cru à tort reconnaître dans une nouvelle couche une ancienne déjà trouvée.

Pour bien connaître les limites des subdivisions que nous venons d'établir, il faut se reporter à la carte et aux indications suivantes :

I. La subdivision est du méridien de Newcastle s'étend depuis la rivière Blyth jusqu'au côté sud de la Tyne, aussi loin que les couches ont été explorées.

II. La subdivision ouest s'étend depuis la ligne de séparation des mines sur les deux rivières du sud jusqu'au sommet des couches à l'ouest et au nord. 1° Le district de Tanfield est borné au nord par la Tyne jusqu'à Derwent Haught et Swalwell, à l'ouest par la Derwent jusqu'à Hagg, à l'est par le sommet de couches un peu à l'ouest de Lanchester, et au sud par le district de Pelton et Beamish; 2° le district de Ryton et de Walbotte embrasse la totalité de la formation à l'ouest du méridien de Newcastle sur les deux rives de la Tyne, et au nord et à l'ouest de la Derwent.

III. La subdivision Est du méridien de Chester le street s'étend depuis la ligne de séparation des mines embarquant sur les deux rivières au nord, jusqu'au sud de la Wear, aussi loin qu'on a exploré les couches de charbon, c'est-à-dire jusqu'à Shadforth.

IV. La subdivision ouest s'étend depuis le district de la Tyne du nord jusqu'au pays d'Auckland au sud et jusqu'au sommet des couches à l'ouest.

La houille de Newcastle a une composition assez variable, quoique généralement elle appartienne à la variété que les Anglais appellent caking coal, et que nous nommons houille collante. La quantité de cendres est variable. Trois variétés

Composition chimique de la houille.

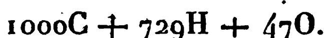
analysées par MM. Berthier, Richardson et Karsten, ont donné sur 100 grammes, $5^{g.}$,40, $1^{g.}$,40 et 0,88 de cendres. La première peu collante avait un pouvoir calorifique considérable, la deuxième et la troisième sont de la meilleure qualité du caking coal. Voici, du reste, les analyses exactes.

	MM. Berthier.		Richardson.	Karsten.
Carbone.	76,00		87,95	84,26
Matières volatiles.	18,60	Oxygène et azote.	5,41	3,20
		Hydrogène. . . .	5,24	11,67
Cendres.	5,40		1,40	0,87
	100,00		100,00	100,00

Analyses de diverses qualités de charbon par M. Richardson.

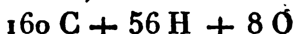
Nature du charbon.	Splint coal.	Cherry coal.	Caking coal.	
Localité d'où il provient.	Wylam banks.	Jarrow.	Garesfield.	South Hetton.
Gisement.	Petite couche à la partie inférieure de la formation.	Couche mince qu'on traversa en creusant un puits.	Une des couches inférieures de la formation, riche en bitume.	Une des meilleures couches exploitées.
Caractères.	Noir, brillant et dur.	Noir, éclat résineux, peu dur, friable.	Noir, brillant, résineux, doux et friable.	*Id.*
Densité.	1,302	1,266	1,280	1,274
Carbone.	74,961	84,694	87,809	83,588
Hydrogène.	6.254	5,054	5,159	5,150
Azote et oxygène.	4,873	8,476	5,139	8,743
Cendres.	13,912	1,576	1,393	2,591
Rapport des atomes de carbone et d'hydrogène.	C. H.	$C^4. H^3$.	$C^4. H^3$.	$C^4. H^3$.
Oxygène nécessaire pour brûler 100 parties en faisant abstraction de l'oxygène du charbon.	240,1	253,9	266,7	250,2
Quantité relative de chaleur donnée par le même poids de charbon.	110,34	116,63	122,56	114,98
Quantité relative de chaleur donnée par le même volume. . . .	108,98	112,07	119,03	111,31

La première analyse de Richardson conduirait à la formule :



$$1000C + 729H + 47O.$$

Une analyse communiquée à l'Association britannique par M. Johnston, professeur à l'université de Durham, conduit à la formule :



$$160\,C + 56\,H + 8\,O$$

qui donne une proportion d'hydrogène bien moindre que la précédente. D'après les conclusions du mémoire de M. Regnault sur les combustibles minéraux, on serait en droit de conclure que la houille analysée par M. Johnston était beaucoup plus sèche que celle de M. Richardson.

Nature des grès et des schistes. Les grès du bassin houiller de Newcastle sont de nature très-variable. Quelques-uns sont schisteux, argileux et micacés. Leur dureté et la finesse du grain les rend pour la plupart utiles à beaucoup d'usages ; certaine couche donne d'excellentes pierres à aiguiser, une autre fournit de très-bons matériaux pour les fours à verrerie. Il est inutile de mentionner la différence de couleur ; celle-ci passe par toutes les teintes. Même observation à faire sur les schistes. Ces derniers sont aussi utilisés que les grès. On les emploie pour la fabrication des poteries et des briques réfractaires.

Minerai de fer. Le fer carbonaté lithoïde est très-rare, il constitue un véritable grès houiller fortement imprégné de minerai : on l'emploie concurremment avec de l'hématite rouge pour alimenter deux usines aux environs de Newcastle.

Superposition et influence réciproque des couches de diverse nature. Pour donner une idée de la superposition des couches, nous avons figuré (*fig.* 2 et 3) deux sections prises à des extrémités opposées de la formation. L'une qui s'étend des sables de

Jarrow à Holywell suit presque la direction du sud au nord. Elle a été publiée par M. Buddle dans les *Annales de la société d'histoire naturelle de Northumberland*; la seconde est également due à M. Buddle, mais n'a pas encore été publiée. Elle court presque de l'ouest à l'est, de la Tyne à la Derwent, en passant par Townley et Winlaton.

Dans la première, les couches de grès sont laissées en blanc; les schistes sont couverts de hachures et les couches de charbon sont figurées par de simples raies noires. Quant aux chiffres qui accompagnent ces dernières, ils se rapportent au tableau synoptique donné plus haut. Les couches de grès qui portent les noms de *main post*, 70 *fathoms post* et *grindstone post*, sont les seules qui soient facilement reconnaissables dans toutes les parties du bassin. Le 70 *fathoms post* comprend les trois parties situées entre le *main post* et le *grindstone post*; enfin le schiste qui porte le nom de *blackstone*, accompagne le *main post* dans toute l'étendue de la formation, mais il est d'épaisseur variable.

La coupe de puits suivante peut encore donner une idée de la superposition des couches.

Le grès est plus abondant en remontant vers la crête de la formation; il a de plus par sa présence une influence très-remarquable sur la nature de la houille dont il est ordinairement séparé par une couche d'argile; plus celle-ci est mince ou plus le grès se rapproche du toit, plus la houille est mauvaise et pyriteuse. Ce fait a conduit M. Buddle à observer avec soin la nature du toit, et il y a fait les distinctions suivantes :

Pappy roof. Pappy roof (toit mou) (*fig.* 4) dans lequel le grès a très-peu d'adhérence avec la couche, et où la surface de séparation n'est pas plane, mais présente de petites cavités remplies par le grès.

Cloggy roof. Cloggy roof (toit pesant) (*fig.* 5) dans lequel le grès est très-adhérent à la couche et où la surface de séparation est ondulée.

Ramble roof. Ramble roof (toit vague) (*fig.* 6) où la surface de séparation est horizontale et les feuillets du schiste ne suivent aucune direction fixe.

Followay stone roof. Followay stone roof (toit de pierre qui accompagne) (*fig.* 7) dans lequel il existe entre la couche et le grès un lit d'argile séparé du dernier par une surface ondulée.

Scaly roof. Scaly roof (toit écaillé) (*fig.* 8) dans lequel les schistes ont une texture contournée.

Dykes et failles. Au milieu des couches du terrain houiller, on rencontre un grand nombre de dykes et failles dont les *fig.* 2 et 3, *Pl. IV*, donnaient déjà une idée. Dans la *fig.* 9, nous avons représenté un groupe de failles existant près de Bishop Auckland. Enfin dans la carte on a tracé les principaux dykes qui traversent le bassin; le plus remarquable est le dyke de 90 fathoms qui courant de l'est à l'ouest produit un abaissement de 90 fathoms du côté du nord. La matière qui remplit les dykes est tantôt de l'argile, tantôt une substance porphyrique avec des parties verdâtres analogues au pyroxène et à l'amphibole. Ces dykes ont fait subir des altérations notables à la houille placée dans leur voisinage, celle-ci est souvent carbonisée et présente l'aspect du coke. En outre il y a dérangement des couches, comme on peut le voir dans la *fig.* 2 de la *Pl. IV*. Nous donnons *fig.* 10 et 11 deux croquis

montrant l'action du *main dyke* sur la couche de *highmain*.

Durée probable du charbon de Newcastle.

Nous terminerons cette esquisse géologique par quelques données sur la richesse réelle du bassin de Newcastle, et sur la durée probable pendant laquelle il pourra alimenter le commerce. Cette question qui peut aujourd'hui paraître futile n'acquerra que trop tôt une grande importance.

L'estimation la plus élevée est celle de M. Hugues Taylor, agent des mines pour le duc de Northumberland.

Voici ses calculs :

Comté de Durham, de *South Shields* au nord jusqu'à *Castle Eden* au sud, 21 milles; de là jusqu'à West Auckland à l'ouest, 32 milles, de *West Auckland* à *Eltzingham* aunord-est, 33 milles, et de *Eltzingham* à *Shields* 22 milles; ce qui fait une surface de milles carrés. 594

Northumberland. De *Shields* jusqu'au nord, sur une largeur moyenne de 9 milles, fait une surface de. 243

Total milles carrés. 837

Portion enlevée :

Durham, sur la Tyne, milles carrés. . . 59

— Wear. 40

79

Northumberland, 13 milles sur deux. . . 26

Total. 105

Reste. 732

En estimant que toutes les couches exploitables réunies ensemble font une épaisseur moyenne de 12 pieds, le contenu d'un mille carré sera

12.390.000 tonnes et de 752 milles carrés, 9.317.280.000 tonnes. En déduisant un tiers pour les pertes dues au petit charbon, aux interruptions par les dykes et autres causes, ou 3.105.760.000 tonnes, il reste 6.211.520.000 tonnes. En estimant le commerce actuel de Newcastle, Sunderland et Stockton à 3.500.000 tonnes, il y aurait de quoi y fournir pendant une période de 1727 ans.

Cette évaluation est exacte, si l'on tient compte de tout le charbon qui peut être exploité dans le district; mais elle est de beaucoup exagérée, si l'on ne veut y comprendre que le charbon capable de maintenir la supériorité du bassin houiller du nord de l'Angleterre sur tous les autres. C'est en partant de cette base que les professeurs Sedgwick et Buckland ont assigné au charbon de Newcastle une durée de 400 ans, et l'on explique ainsi l'énorme différence qu'il y a entre les deux évaluations. Voici en peu de mots les observations sur lesquelles le premier fonde son opinion. La partie la plus riche du district est celle qui s'étend depuis la ligne nord sud passant par Chester le Street et Bishop-Auckland, jusqu'aux affleurements du calcaire magnésien. Dans cette contrée qui est située à l'est de la Wear, M. Sedgwick évalue que l'on trouve cinq bonnes couches ayant ensemble une épaisseur de 25 pieds, et que l'on peut compter sur l'existence constante de trois de ces couches. A l'ouest de la Wear on ne peut plus compter que sur une seule couche d'environ 4 pieds 9 pouces d'épaisseur moyenne. Quant à la quantité de charbon qu'on pourra extraire sous le calcaire magnésien, elle est tout à fait incertaine. Enfin une très-grande partie du meilleur charbon dans le district de la Tyne est déjà épuisée et les meil-

leures couches de la Wear ont été grandement exploitées ; il est donc probable que dans 400 ans, Newcastle et Sunderland auront été forcés d'abandonner leur commerce étendu à l'Ecosse et au pays de Galles.

L'évaluation minimum est celle du docteur Mac-Nab, qui estime l'étendue des couches exploitables dans le Northunberland et le Durham à 20 milles sur 15 ou 300 milles carrés, et qui pense qu'un mille carré suffit à la consommation d'une année.

Le docteur Bailey admet que le charbon des comtés de Durham et de Northumberland n'était susceptible d'alimenter le commerce que pendant 360 ans, qu'il y en a déjà un très-bon tiers de consommé, et que les mines seront épuisées dans une période qui n'excédera pas de beaucoup 200 ans.

On voit, d'après toutes ces données, que la richesse du bassin houiller de Newcastle est loin d'être connue. Dans l'enquête faite en 1830 par la chambre des communes, M. Buddle se faisait fort de la calculer en un mois, aussi exactement que possible. Ce travail ne paraît pas avoir été réalisé.

Avenir de l'Angleterre sous le rapport de la houille.

Le traité de géologie de M. Bakewell contient dans son introduction quelques hypothèses intéressantes sur l'approvisionnement futur du commerce de la houille : « Les seuls bassins houillers de quelque étendue sur la côte orientale de l'Angleterre, entre Londres et Durham, sont ceux du Derbyshire et du Yorkshire. Dans le comté de Derby il y a tout au plus de quoi alimenter pendant une longue période les contrées voisines. Dans l'ouest du Yorkshire, beaucoup de couches

de houille n'ont pas encore été exploitées, mais bientôt elles seront mises en réquisition pour suffire à la demande de cette vaste contrée manufacturière, qui consomme à présent presque tous les produits de ses mines. Dans les comtés du centre, le Staffordshire est le district houiller le plus rapproché de la métropole, mais la consommation journalière des hauts fourneaux et des fonderies est si considérable que l'épuisement de ce bassin est certainement le plus rapproché de toute l'Angleterre. Si l'on tourne ses regards sur Whitehaven, le Lancashire ou les districts inférieurs de l'ouest, il est difficile d'espérer qu'ils pourront alimenter Londres et les contrées méridionales quand le Northumberland et le Durham viendront à manquer. Heureusement, il y a dans le sud du pays de Galles un réservoir presque inépuisable de charbon et de minerais de fer qui ne sont encore qu'à peine exploités. On a reconnu que le bassin s'étend sur environ 1,200 milles carrés, et qu'il y a 33 couches exploitables, ayant une épaisseur totale de 95 pieds. La quantité contenue dans chaque acre (0,4046 hectares) est de 100.000 tonnes (101.565 tonnes métriques), ou de 65 millions de tonnes par mille carré. Si on retranche de ce nombre, une moitié pour les pertes et la moindre étendue des couches supérieures, on peut compter sur 32 millions de tonnes par mille carré.

En admettant que la production annuelle du nord de l'Angleterre qui se monte à 5 millions de tonnes est égale au tiers de la consommation totale, chaque mille carré dans le sud du pays de Galles durera deux ans, et par conséquent le bassin houiller pourra alimenter pendant plus de 2000 ans

le commerce actuel, en supposant que son accroissement ne sorte pas des limites du probable. Il est vrai qu'une grande partie de ce charbon est de qualité inférieure et n'est pas brûlée aujourd'hui pour l'usage domestique; mais à mesure que la houille deviendra plus rare, on découvrira certainement des méthodes perfectionnées pour la brûler et pour économiser le combustible dans toutes les manufactures. »

Cette dernière remarque de M. Bakewell semble fortement infirmer les conclusions précédentes, et l'on peut être porté à croire qu'il faudrait faire sur ces évaluations les mêmes réductions opérées par MM. Sedgwick et Buckland, sur celles qui sont relatives au nord de l'Angleterre. Cependant M. Delabêche qui depuis plusieurs années s'occupe, par ordre du gouvernement anglais, de déterminer aussi mathématiquement que possible, la constitution et la richesse du bassin houiller dans le sud du pays de Galles, m'a affirmé que cette dernière était bien supérieure aux idées qu'on s'en était faites. L'ouvrage que prépare en ce moment cet habile géologue fournira à ce sujet les renseignements les plus positifs.

II.

ADMINISTRATION DES MINES.

Il n'y a point en Angleterre de concessions de mines comme en France. Les richesses minérales qui se trouvent sous terre appartiennent de droit au propriétaire du sol, et il est libre de les extraire lui-même, ou d'en accorder la permission à qui bon lui semble. Des exploitants.

Leur nombre. Il y a aujourd'hui sur la Tyne 48 mines de houille, et dans ce nombre, cinq seulement sont exploitées par le propriétaire. Toutes les autres sont données à bail à un ou plusieurs locataires. Dans ces dernières, les frais et les bénéfices de l'exploitation sont divisés en un certain nombre de parts, qui ne s'élèvent jamais au-delà de 64. Les divers membres de la compagnie se les partagent entre eux. Un même individu peut en avoir 15, 20 et même plus. Chaque exploitant est responsable en proportion de l'intérêt qu'il a dans l'entreprise.

Nature des baux. *Royalty* ou droit du propriétaire. Tous les baux sont établis sur le même principe et pour une période de 21 ou 40 ans. Le propriétaire du sol, reçoit une rente à laquelle on donne le nom de *royalty* et qu'on détermine de la manière suivante : on estime aussi exactement que possible les bénéfices probables de l'entreprise. On les regarde comme une somme résultant de l'accumulation d'un capital et de ses intérêts composés pendant toute la durée du bail, puis, on calcule l'annuité qu'il faudrait payer, pour avoir complétement remboursé ce capital et ces intérêts au bout d'un temps un peu moins long que celui pendant lequel le bail doit subsister, 19 ou 20 ans par exemple, si le bail est de 21 ans (1). Cette an-

(1) Si A est le bénéfice probable qu'on doit tirer de l'entreprise en 21 ans, t le taux de l'intérêt, et si l'on suppose que le capital et ses intérêts doivent être rachetés en 20 ans, l'annuité à payer sera égale à :

$$\frac{A\frac{t}{100}}{\left(1+\frac{t}{100}\right)^{20}-1}$$

nuité constitue la rente qu'on doit payer au propriétaire; toutefois elle est un peu modifiée comme nous le verrons plus loin. Le taux que l'on suppose pour l'intérêt influe beaucoup sur la valeur de l'annuité, et plus il est élevé plus celle-ci est petite. Ce taux varie ordinairement de 8 à 20 pour 100 suivant les risques attachés à l'entreprise, et il y a tel cas où il serait plus avantageux d'admettre 10 pour 100 que de prendre dans tel autre 20 pour 100.

La *royalty* n'est pas une somme entièrement fixe; elle varie avec la production de la mine. On l'a pendant longtemps basée sur la mesure des charbons, mais dans les baux qui ont été faits depuis 1830, elle est évaluée à tant par tonne. Dans les actes plus anciens elle est fixée pour une mesure appelée *ten*. Cette mesure est du reste variable, elle correspond à 17, 18, 19 et jusqu'à 23 chaldrons de Newcastle; on a soin de stipuler combien elle contient de *bolls*, le *boll* étant égal à 36 galons de Winchester. Il y a ordinairement 440 *bolls* dans un *ten*. Il y a un nombre déterminé de *ten* pour lequel on paye toujours la rente, qu'on l'ait ou non extrait. C'est ce qui constitue la partie fixe de la *royalty*; mais en outre on paye tant pour chaque *ten* en sus que l'on livre au commerce; généralement la rente est prélevée seulement sur la quantité embarquée, et le propriétaire ne perçoit pas de droit sur la houille consommée à Newcastle; quelquefois pourtant, on paye d'après la quantité extraite.

Le droit du propriétaire varie de 5 pence à 18 pence (0 f. 52 c. à 1 f. 75 c.) par chaldron de Newcastle; cependant il sort quelquefois de cette limite. Ainsi sur la Tyne son maximum est 1 shilling

3 pence par tonne ; et son minimum 2 pence $\frac{1}{2}$. La moyenne pour les districts de la Tyne, de la Wear et de la Tees est de 5 à 6 pence par tonne.

Clauses relatives au renouvellement.

On stipule toujours dans le bail si le locataire pourra quitter brusquement ou à des époques déterminées. — Généralement il cesse de payer la *royalty* quand il se retire suivant les conventions faites, pourvu qu'il ait prévenu au moins douze mois à l'avance. Quelquefois au commencement d'une entreprise on s'engage à renouveler le bail pour une seconde période, mais cela est rare.

Il arrive assez souvent qu'il faut donner au propriétaire de fortes sommes pour ce renouvellement ; il est complétement le maître de renvoyer les anciens exploitants, pour leur en substituer de nouveaux. Dans tous les cas, si un locataire se retire de force ou de bon gré, tous les appareils d'exploitation lui appartiennent, et il les cède ordinairement à son successeur, s'il en a un, d'après des évaluations faites par une personne désintéressée. La perte n'en est pas moins considérable, et s'élève moyennement à 40 p. 0/0.

Indépendamment de la rente payée au propriétaire pour l'exploitation souterraine, il y a d'autres droits non moins onéreux sur les travaux exécutés à la surface. L'espace occupé par le sommet d'un puits, et les appareils qui l'accompagnent, et surtout le terrain que parcourent les chemins de fer, sont l'objet de loyers qui marchent concurremment avec ceux de la mine.

Des *way-leaves*.

Les locataires ou propriétaires de mines éloignées de la rivière, doivent obtenir la permission de passer à travers les terrains intermédiaires. On fait alors un traité avec le propriétaire de ces ter-

rains, et on fixe la rente à payer, qui porte le nom de *way-leave*. Elle est très-variable suivant les circonstances, et une mine peut avoir des droits considérables à payer lorsque son chemin de fer doit traverser plusieurs propriétés. Aussi est-il avantageux de se trouver dans le voisinage d'un chemin public. Quelquefois plusieurs mines emploient un même chemin; alors elles payent un droit à celui qui l'a construit, et en même temps au propriétaire du sol. Les *way-leaves* varient de 2 $\frac{1}{2}$ pence à $\frac{1}{3}$ penny par tonne et par mille; la moyenne est de 2 pence environ. La mine qui paye la rente la plus forte pour l'établissement du chemin, donne 3 schellings 9 pence par tonne transportée à l'embarcadère. Dans cette même mine, la rente a varié de 3 s. 6 p. à 2 s. 6 p., suivant le nombre de tonnes extraites.

Dans les premiers temps, on a payé jusqu'à 350 livres (8.750 fr.) par mille. Les *way-leaves* étaient, pour le chemin de Stanhope à la Tyne, de 250 livres (6.250 fr.) par mille. Or, un mille du chemin n'occupe qu'une étendue de 6 acres, et la terre vaut de 300 à 400 livres par acre.

On conçoit que ces bénéfices exorbitants faits par les propriétaires du sol aient pu donner naissance aux plaintes des exploitants de Newcastle, lorsqu'ils ont vu le parlement donner l'autorisation d'établir des chemins de fer publics dans le district de la Tees, et au sud de celui de la Wear; ils n'y voyaient que la diminution des frais à supporter par les nombreuses mines que devaient desservir ces chemins, et par suite l'origine d'une concurrence dangereuse. Il n'y avait qu'un remède à cette prétendue injustice; c'était d'établir également, pour le district de la Tyne, des chemins

publics ; mais la grande majorité des mines étant voisine de la rivière, il y avait peu d'avantage à le faire, si même l'isolement relatif de chaque mine n'était pas un obstacle à l'exécution de ce projet. Au contraire, les chemins de Stanhope, de Clarence, de Darlington, prennent naissance au milieu des mines réunies dans un ou plusieurs groupes bien distincts et situés à une grande distance du point d'embarquement. Leur établissement a même donné naissance à l'ouverture de plusieurs exploitations, et par cela même a augmenté les avantages qu'ils apportaient au bien-être public.

Si on admettait pour le *South Durham rail-way* des *way-leaves* égales à celles du *Stanhope and Tyne*, une étendue de 12 milles payerait une rente de 3.000 livres, tandis qu'elle ne coûte d'achat que 11.000 livres.

Les exploitants des houillères du nord de l'Angleterre ont encore d'autres droits à payer que ceux mentionnés ci-dessus; mais comme ils se rapportent plutôt au commerce du charbon, nous les citerons en parlant de celui-ci.

Frais et bénéfices.

Les frais d'exploitation pour un chaldron de houille (53 quintaux), tout prêt à embarquer, sont assez variables. M. Buddle estime qu'ils sont de 15 à 25 schellings, ou presque du simple au double. Quant aux bénéfices, ils ne dépassent jamais 10 pour 0/0, déduction faite des droits et des dépenses de toute espèce; rarement ils atteignent ce taux, et sont bien souvent nuls ou tout à fait insignifiants.

Personnel des mines.

Le personnel des mines dans le nord de l'Angleterre est considérable. Voici les évaluations données en 1830 par M. Buddle; elles sont certaine-

ment aujourd'hui bien au-dessous de la réalité. Dans le district de la Tyne, on employait pour le travail souterrain 4.937 hommes et 3.554 enfants; à la surface, 2.745 hommes et 718 enfants, 11.954 ouvriers, ou 12.000 à peu près. Dans le district de la Wear, le nombre des ouvriers était de 9.000. Il y avait en outre 2.000 hommes employés dans le transport et l'embarquement de la houille; enfin, 1.400 navires, alors occupés au commerce de la houille, portaient 15.000 marins, hommes ou enfants. Cela faisait un total de 38.000 ouvriers, sur lesquels 21.000 étaient appliqués au service immédiat des mines. C'est à ces derniers qu'on donne plus particulièrement le nom de *colliers*. Plusieurs d'entre eux sont appelés *pitmen*, titre indiquant le mérite et l'instruction de ceux qui le portent. Ils doivent connaître les différents systèmes de ventilation en pratique aussi bien qu'en théorie, avoir des notions générales d'exploitation; enfin, posséder des connaissances qui ne sont pas exigées du simple *collier* ou ouvrier qui travaille le charbon. C'est parmi les pitmen que sont choisis les employés supérieurs dont nous parlerons plus loin.

De la paye des ouvriers.

Dans les premiers temps, les mineurs se louaient pour une année, et ils recevaient une somme déterminée, quels que fussent les travaux qu'ils avaient à exécuter. Leurs maîtres, s'enrichissant, leur cédaient assez facilement lorsqu'ils exigeaient des gages élevés; mais bientôt la concurrence se déclara, et il fallut être plus circonspect. Les ouvriers ne voulurent pas accéder aux diminutions qu'on voulait leur imposer, ils se coalisèrent, et il en résulta des rixes dont les suites ont été souvent funestes. En 1826, l'association des *colliers* de la

Tyne et de la Wear se composait de plus de 4.000 membres. Leur but était de se soulager mutuellement en cas de mort, de maladies ou d'infirmités, et de maintenir un juste prix pour leur travail. Diverses clauses de cette union se rapportaient au minimum de paye qu'on devait recevoir, et au nombre d'heures pendant lesquelles on devait travailler.

D'un autre côté, les exploitants s'étaient aussi ligués, et exigeaient un engagement que les ouvriers avaient depuis longtemps la coutume de signer à l'époque où ils se louaient. La teneur de cet engagement était lue à haute voix et en plein air, et les parties étaient immédiatement après appelées à signer le contrat, quoique la plupart du temps, il ne fût entendu que par les auditeurs les plus voisins de celui qui en avait fait la lecture.

Les mineurs voulurent d'abord que des copies de l'engagement fussent distribuées quinze jours avant la signature du contrat; ensuite ils réclamèrent contre certains articles qui infligeaient la suppression des gages, et même des amendes, dans le cas où ils envoyaient au jour des bennes qui n'étaient pas exactement remplies, ou du charbon qui n'était pas bien trié. Malheureusement, si quelques ouvriers désireux de travailler pour soutenir leur famille acceptèrent les conditions qu'on leur imposa, il y eut aussi des propriétaires qui voulurent être servis à tout événement, et il en résulta une confusion plus grande encore qui aboutit, en 1832, à une révolte dont les habitants de Newcastle et des campagnes environnantes conservent encore un triste souvenir.

Aujourd'hui, on suit avec les ouvriers plusieurs modes de payement. Les engagements pour un

temps déterminé, ordinairement un an, sont encore assez fréquents, et la taxe ordinaire est de 14 à 15 shill. par semaine. Quelques *colliers* sont payés à tant par jour; mais le système le plus fréquent, et en même temps le plus convenable, est de les payer à la tâche; il a été importé du Staffordshire, et principalement d'Écosse; enfin quelques ouvrages sont adjugés dans une espèce d'enchère publique, d'après le même système qui est employé dans le Cornouailles.

Indépendamment de ces gages, on fournit aux mineurs une demeure et du charbon pour 3 pence par semaine. Ordinairement on fixe le nombre de tonnes de charbon qu'ils recevront par an, à moins qu'on ne leur fournisse que de la houille qui a passé à travers le dernier crible; alors ils peuvent en prendre autant qu'ils veulent. Les gages sont payés tous les quinze jours, le vendredi. La semaine pendant laquelle les ouvriers ne reçoivent rien est caractérisée par l'épithète de *baff*, tandis que l'autre est appelée *pay-week* (semaine de la paye).

Direction de la mine.

La direction supérieure des mines est confiée à des hommes instruits qui, par leurs connaissances théoriques et pratiques, sont capables de conduire l'exploitation avec autant d'économie et de sûreté qu'il est possible de le faire. On les appelle *head-viewers* (inspecteurs en chef), ou simplement viewers. Suivant leur habileté, ils ont à diriger un plus ou moins grand nombre de mines. Au premier rang se place M. John Buddle, auquel l'industrie houillère est redevable de si nombreux perfectionnements. Après lui vient M. Nicholas Wood, auteur d'un traité sur les chemins de fer, qui est d'un grand mérite, si l'on considère

l'époque à laquelle il a été écrit. A leur suite je pourrais citer les noms de beaucoup d'hommes qui, chaque jour, se signalent par les bienfaits rendus aux populations entières confiées à leurs soins. Au-dessous des *viewers* viennent les *underviewers* (sous-inspecteurs), qui se partagent l'inspection journalière des travaux, fixent la paye des ouvriers, et font exécuter les décisions du *viewer*. Dans les grandes exploitations, il y a un premier *underviewer* chargé des travaux souterrains; un second veille constamment au bon état des appareils et des machines employés à la surface, et à l'exécution régulière des travaux qui s'exécutent au jour. Le commerce de la houille est spécialement confié à des agents qui portent le nom de *fitters*. Nous en parlerons plus spécialement à la fin de ce mémoire.

Pour compléter ce qu'on peut appeler le personnel administratif, il faut ajouter à ce qui précède, les employés chargés par le viewer de tous les travaux de comptabilité, du dessin des plans, des appareils à établir, etc.

Différentes classes d'ouvriers. Leurs gages.

Viennent ensuite les ouvriers proprement dits. Il y en a plusieurs classes, suivant le travail dont ils sont chargés. Nous allons citer les principaux, ce sont :

1° Dans la mine.

1° Dans l'intérieur de la mine;

L'*overman*, qui donne chaque jour aux mineurs les indications sur les travaux qu'ils ont à exécuter. Il fait un relevé de leur produit journalier, et visite chaque partie de la mine avant qu'il soit permis aux autres ouvriers d'y pénétrer. L'*overman* reste sous terre pendant toute la durée d'un poste, veille au maintien d'une bonne ventilation, et à la régularité de l'exploitation.

Il fait chaque jour son rapport à l'underviewer, si quelque circonstance importante ne l'engage pas à s'adresser directement au viewer. La paye d'un overman est généralement de 28 shill. (35 fr.) par semaine.

Le *deputy overman*, qui remplit à peu près les mêmes fonctions que l'*overman*, mais sous ses ordres. Il est en outre chargé de placer des étançons dans les endroits où ils sont nécessaires, de les enlever quand le dépilage est suffisamment avancé, d'établir les cloisons volantes qui forcent l'air à venir lécher le front des tailles. En général, on compte qu'il faut dans une mine un *deputy overman* pour dix score (vingtaine) de bennes de houille extraite. Ils reçoivent 3 sh. 2 p. à 3 sh. 4 p. (3 fr. 95 à 4 fr. 15 c.) par poste de douze heures.

Le *wasteman*, qui parcourt constamment les vieux travaux, examine si les cloisons et les portes sont en bon état, s'assure qu'il ne s'est fait dans les galeries de retour d'air aucun éboulement de nature à entraver la ventilation, et enlève ces obstacles s'ils existent. Le nombre des *wastemen* est proportionné à l'étendue des vieux travaux (waste). Leur paye est de 3 shill. (3 fr. 75 c.) par poste de douze heures.

Le *davyman*, ou gardien des lampes de sûreté, qui descend dans la mine avant les autres ouvriers, et dont le soin est de tenir les lampes toutes prêtes à être employées. Sa paye est de 3 shill. (3 fr. 75 c) par poste de douze heures.

Ces quatre premières classes se distinguent des suivantes parce qu'elles se composent d'individus plus intelligents et plus instruits; on pourrait ce-

pendant établir sous ce rapport quelques divisions parmi les ouvriers suivants :

Le *hewer*, chargé de l'abattage de la houille. Il travaille à la tâche ou à la journée, ce dernier cas est assez rare. Ses gages sont très-variables, et dépendent de la qualité du charbon qu'il extrait et des difficultés qu'il rencontre. Ils ne s'abaissent jamais au-dessous de 2 p. (0 fr. 22 c.) par benne de 6 quintaux (304 k. 68); ils sont moyennement de 4 p. par benne et dépassent souvent cette somme. Un *hewer* peut extraire moyennement vingt à vingt-deux bennes par jour. La durée d'un poste n'excède jamais huit heures, et pendant ce temps, ils peuvent gagner en plein travail, de 4 sh. 6 p. à 5 sh. (5 fr. 65 à 6 fr. 25 c.). Mais il arrive souvent qu'ils n'ont de l'occupation que pendant deux ou trois jours de la semaine, et alors leurs gages se réduisent réellement comme ceux des ouvriers régulièrement loués à 2 sh. 6 p. à 3 sh. (3 fr. 10 à 3 fr. 75 c.) par jour.

A la classe des *hewers* se rapportent les *shifters*, ouvriers chargés d'élargir des galeries, en entaillant le toit ou le mur, d'y creuser des chambres pour différents usages, etc. Le travail est souvent l'objet de contrats faits à l'avance; d'autre fois, les ouvriers sont payés à tant par yard d'avancement; tantôt enfin ils sont payés à la journée; dans ce cas, pour un poste de huit heures, ils reçoivent moyennement 3 sh (3 fr. 75 c.).

Les *putters*, jeunes gens de quinze à vingt-trois ans, sont chargés d'amener la houille du fond des tailles jusqu'aux galeries principales, d'où elle est ensuite transportée par des chevaux. Les gages des putters varient considérablement avec la distance à parcourir et la difficulté du

chemin. Dans les circonstances ordinaires ils reçoivent 2 p. (0 fr. 22 c.) par *score* ou vingtaine de bennes amenées d'une distance de 100 yards (91^{m},44). On ajoute un penny (0 fr. 11 c.) pour chaque accroissement de la distance égale à 20 yards (18^{m},28). Dans un poste de douze heures, si le travail est actif, un *putter* peut gagner de 4 sh. à 4 sh. 6 p. (5 fr. à 5 fr. 60 c.).

Les *cranemen*, transportent à l'aide de grues, les bennes amenées par les *putters*, sur les chariots traînés par des chevaux; ils reçoivent 2 sh. 6 p. (3 fr. 22 c.) par poste de douze heures, ou bien sont payés à la tâche; ils sont aidés par des enfants qu'on nomme *helpers up*, et qui reçoivent 1 sh. 6 p. à 2 sh. (1 fr. 90 c. à 2 fr. 50 c.)par poste.

Les *drivers* sont des enfants de douze à quinze ans, chargés de conduire les chevaux dans les galeries principales de roulage; leurs gages se montent à 1 sh. 3 p. (1 fr. 55 c.) par poste de douze heures. Quand il y a dans la mine des plans inclinés, les machines à l'aide desquelles ils sont desservis, emploient des ouvriers qu'on appelle *brakemen*, et qui reçoivent de 2 sh. 6 p. à 3 sh. (3 fr. 22 à 3 fr. 75 c.) par jour.

L'ouvrier chargé d'attacher les bennes en bas du puits, s'appelle *onsetter*, quand il est payé à la tâche, il reçoit 3 farthings (0 fr. 15 c.) par chaldron de 53 quintaux; souvent on le paye à lajournée; ses gages sont alors de 3 sh. (3 fr. 75 c.) par poste de huit heures.

Les rails établis dans les galeries de roulage sont constamment entretenus dans un état de propreté nécessaire pour éviter les accidents, par des ouvriers spéciaux dont les noms dérivent de l'office qu'ils remplissent. Pour les galeries princi-

pales de roulage, ce sont des hommes appelés *rolley-wayman*, aux appointements de 3 shillings (3 fr. 75 c.) par poste de douze heures.

Pour les galeries secondaires ce sont des enfants, *tramwayclearers*, qui reçoivent de 1 sh. à 15 p. (1 fr. 25 à 1 fr. 55 c.) par poste.

Les foyers d'airage sont entretenus par des chauffeurs ou *firemen*, qui sont payés 18 shill. (22 fr. 50 c.) par semaine, ou pour sept postes de douze heures.

Le service des portes d'airage est confié à des vieillards ou à des enfants qu'on appelle *trappers*; leurs gages sont : pour les premiers, de 1 sh. (1 fr. 25 c.); et pour les seconds, de 10 p. (1 fr. 03 c.) par poste de douze heures.

Pour compléter cette énumération, il faudrait ajouter ici les gardiens des chevaux (horse keepers), les enfants employés par le *davyman* pour porter aux ouvriers les lampes de sûreté (davy boys), enfin quelques autres ouvriers dont le rôle est très-peu important.

2° A la surface. Parmi les ouvriers employés à la surface, on compte :

Le *banksman*, chargé de vider les bennes à mesure qu'elles arrivent au sommet du puits; il est payé à la tâche, 2 p. par chaldron de 53 quintaux, ou 3 sh. (3 fr. 75 c.) par poste de huit heures.

Des enfants qui éloignent les bennes pleines du puits, et y ramènent les bennes vides pour aider le service du banksman. Ils reçoivent de 1 sh. 6 p. à 2 sh. 6 p. (1 fr. 90 à 3 fr. 22 c.) par poste de douze heures.

Les *screenmen*, qui vident le charbon sur les

cribles sont payés de 2 sh. 6 p. à 3 sh. (3 fr. 22 à 3 fr. 75 c.) par poste de douze heures.

Les ouvriers qui trient le charbon au bas des cribles et le font tomber dans les wagons, reçoivent de 1 sh. 6 p. à 2 sh.

Ceux qui conduisent les chevaux traînant à la surface des convois des wagons, sont payés 2 sh. 6 p. par jour. Les machinistes sont payés 3 sh. 2 p. (3 fr. 95 c.) pour les machines à vapeur d'extraction, ou celles qui sont employées dans le service des plans inclinés; les chauffeurs reçoivent moyennement 2 sh. 6 p. (3 fr. 61 c.) par jour; enfin les hommes chargés des plans automoteurs à la surface ont des gages assez variables, mais qui sont moyennement de 2 sh. à 2 sh. 6 p. (2 fr. 50 à 3 fr. 61 c.). Il y a en outre plusieurs autres classes d'ouvriers dont les attributions ne sont pas toujours bien définies, et que nous ne pouvons par conséquent énumérer.

Pour compléter ce qui précède, nous avons joint des tableaux que nous devons à l'obligeance de M. Robert Simpson, *viewer* de la mine de Townley. Tableaux d'après lesquels se fait la paye des ouvriers.

N° 1. — *Compte des travaux exécutés dans le puits . . . . . pour la compagnie des houilles de Stella, du . . . . . au . . . . .*

Noms des Hewers.	JOURS DE TRAVAIL ET QUANTITÉS EXTRAITES.												Ouverture des tailles à 5 shil. 6 p. par 20 bennes.	Dépilage.	Les deux modes réunis à 4 p. par benne.	Ouverture des narrows. à 12 p.	6 p. par yard.	OBSERVATIONS.
	Lundi.	Mardi.	Mercredi.	Jeudi.	Vendredi.	Samedi.	Lundi.	Mardi.	Mercredi.	Jeudi.	Vendredi.	Samedi.	Prix.	Prix.	Prix.	Prix.	Prix.	
	Nombre de bennes.																	
Total..																		

No 2.

Noms des putters.	JOURS DE TRAVAIL ET QUANTITÉS EXTRAITES. Lundi.	Mardi.	Mercredi.	Jeudi.	Vendredi.	Samedi.	Lundi.	Mardi.	Mercredi.	Jeudi.	Vendredi.	Samedi.	Nombre de scores.	Prix par score (15p. pour 80 yards et 1p. par chaque 20 yards en sus).	Prix total.
	Nombre des bennes.														
Tot.															

Noms des drivers.	JOURS DE LA SEMAINE. Lundi.	Mardi.	Mercredi.	Jeudi.	Vendredi.	Samedi.	Lundi.	Mardi.	Mercredi.	Jeudi.	Vendredi.	Samedi.	Prix.	Nombre de jours.	Total.
													15 p.		
Total..															
Trappers.													10 p.		
Total..															
Tramway clearers.													1sh.		
Total..															

N° 3. — *Travaux divers.*

	NOMBRE DE JOURS. L. M. M. J. V. S. L. M. M. J. V. S.	Paye par jour.	Total.
Overmen. . . .		27 sh. par sem.	
Deputy-overmen.		3/4 sh.	
Wasteman. . . .		3 sh.	
Davyman. . . .		3 sh.	
Rolleywayman. .		3 sh.	
Onsetters. . . .		2 sh. 6 p.	
Helpers up. . . .		1 sh. 6 p.	
Total. . . .			

Machiniste pour les plans inclinés.	NOMBRE DE JOURS.	Paye par jour.	Total.
		3 sh. 1 sh. 6 p.	
Total. . .			
Ouvrage par contrat et shift-work. . . 3 sh.			

N° 4. — *Résumé des travaux inscrits dans les tableaux qui précèdent.*

JOURS.	Nombre total de scores extraites.		LIVRES.	SHILLINGS.	PENCE.
Lundi. . .		Houille extraite dans les galeries à. . . par score.			
Mardi. . .					
Mercredi. .					
Jeudi. . .					
Vendredi. .		Houille extraite dans le dépilage.			
Samedi. . .					
Lundi. . .					
Mardi. . .					
Mercredi. .		Houille extraite dans les deux réunis. . . .			
Jeudi. . .					
Vendredi. .					
Samedi. . .		Houille extraite dans les narrows.			
Total. . .					
Putters.		Pour charbon. . . . . Pour briques et chaux.			
Drivers.					
Trappers.					
Tramwayclearers. . . .					
Rolleywayman.					
Overmen.					
Deputyovermen. . . .					
Wastemen.					
Dayymen.					
Onsetters.					
Helpers up.					
Brakeman.					
Contrat et Shifters. . .					
Firemen.		Pour garder les foyers d'aérage, à 18$^{sh.}$ par semaine.			
Gardien des chevaux. .		A 15 shill. par semaine.			
Charité.		5$^{sh.}$ pour un homme, 4$^{sh.}$ pour un putter et 2$^{sh.}$ 6$^{p.}$ pour un enfant.			
Réparation des puits. .		A 8$^{sh.}$ 8$^{p.}$ pour 8 heures.			

Les prix que j'ai fait entrer dans ces tableaux sont ceux qui se rapportent à la mine de Townley. Il n'y a pour ainsi dire aucune explication à donner ; il est cependant nécessaire de dire que dans cette mine on abandonne les piliers, et que les galeries parallèles que l'on ouvre dans la couche sont réunies de distance en distance par d'autres galeries plus étroites qu'on appelle *narrows*.

Nº 5. — *Compte des travaux à la surface.*

Jours.	Bennes extraites.
Lundi.	
Mardi.	
Mercredi.	
Jeudi.	
Vendredi.	
Samedi.	
Lundi.	
Mardi.	
Mercredi.	
Jeudi.	
Vendredi.	
Samedi.	
Dans la quinzaine.	
Antérieurement. .	
Total.	

Envoyé dans la mine.	Antérieurement.	Cette quinzaine.	Total.
Étançons.			
Planches.			

	Jours.	Prix par jour.	Total.
Payé aux banksmen. . . Pour la houille extraite.		2 p. ½ par sure.	
Payé aux banksmen. . . Pour déblais extraits. . .			
Payé aux banksmen. . . Pour en vider plusieurs.		3 sh.	
Enfants qui aident le banksman.		1 sh. 6 p.	
Machiniste.		3 sh. 2 p.	
Chauffeur.		2 sh. 6 p.	
Nettoyage des chaudières.		2 sh.	
Inspecteur.		3 sh.	
Pour réunir la houille en tas.		1 sh.	
Conducteurs des chevaux.		2 sh. 6 p.	
Wailers.		1 sh.	
Firemen.		2 sh. 6 p.	
Entretien des appareils.		2 sh. 6 p.	
Pour ramasser les schistes, 4 pen. par bell. . . .			
Pour charger le charbon des hangars dans les wagons, 4 pen. par wagon.			

N° 6. — *Compte de l'argent payé pour travaux exécutés et autres charges, dans les mines de la compagnie des houilles de Stella, du. . . . au. . . .*

	Liv.	Shil.	Pence.	Liv.	Shil.	Pence.
Dépenses relatives au puits.						
Travail dans le roc; enlèvement et accumulation des déblais.						
Embarquement et chargement. . .						
Travail de toute espèce sous terre.						
Machines.						
Ouvrages du charpentier.						
— forgeron.						
— maçon.						
Avoine.						
Paille et foin.						
Dépenses accidentelles et irrégulières.						
Bills des commerçants.						
Agence et salaires.						
Royalty et way-leaves.						
Réparation des wagons et des chemins de fer.						
Travail des conducteurs de wagons.						
Gages.						
Taxe des pauvres.						
Assessed taxes et autres impôts. . .						
Total.						

Les cinq premiers tableaux sont refaits tous les quinze jours, et servent à calculer ce qui revient à chaque ouvrier. Il faut toutefois déduire des sommes qui y sont portées, le prix de la chandelle et de la poudre usées par chacun d'eux. Ces objets sont ordinairement fournis par l'*overman* qui y trouve un petit profit. La plupart du temps, la réparation des outils n'est pas à la charge des ouvriers. Comme la substance dans laquelle on les emploie n'est pas très-dure, ces réparations se réduisent à peu de chose, et un seul forgeron avec ses aides suffit pour plusieurs mines; il travaille pour chacune d'elles à des époques déterminées. Le tableau n° 6 est intéressant en ce qu'il fait connaître toutes les dépenses auxquelles il faut faire face dans l'exploitation d'une mine.

Les ouvriers résident rarement dans les villes ou les villages. Les maisons qui leur sont fournies par ceux qui les emploient sont ordinairement réunies dans le voisinage de la mine, et forment de petites colonies dont la propreté n'est pas toujours le caractère distinctif. Néanmoins les arts libéraux sont en grand honneur parmi ces populations. Il n'y a presque pas d'ouvrier un peu distingué qui ne possède quelque talent en musique, en dessin, en horticulture, et il m'a fallu plus d'une fois en faire l'épreuve.

Suspension des travaux.

Indépendamment des suspensions de travaux que peuvent amener des fluctuations dans le commerce de la houille, toutes les mines ont l'habitude de chômer pendant un mois depuis le 15 décembre jusqu'au 15 janvier. On profite de ce temps pour faire les réparations dont peuvent avoir besoin les appareils de toute sorte.

Frais généraux d'une mine.

Les risques auxquels est sujette une mine de houille sont si nombreux, qu'il n'a jamais été pos-

sible d'établir d'assurance pour neutraliser leurs désastreux effets. Cependant les capitaux engagés dans l'exploitation de la houille sont énormes. Pour le district de la Tyne seul, ils se montent à un million et demi de livres (37.400.000 fr.), sans y comprendre la valeur des nombreux bateaux qui transportent la houille de la côte aux navires.

III.

MÉTHODE D'EXPLOITATION.

§ 1. *Travaux préparatoires.*

Emploi de la sonde.

Quoique le terrain houiller de Newcastle soit assez bien connu, les dykes qui le traversent y produisent tant de bouleversements, qu'on n'est jamais sûr de pouvoir suivre sur une grande étendue la couche que l'on exploite. Aussi, toutes les fois que l'on veut creuser un nouveau puits, a-t-on soin de s'assurer par le sondage, si on n'y est parvenu par la simple observation à la surface et au fond de la mine, de la profondeur et de l'allure de la couche qu'on veut atteindre. Les mêmes recherches ont lieu quand on veut approfondir un puits. Lorsque nous visitâmes la mine de Townley, de pareils travaux venaient d'avoir lieu à la surface. Les outils sont à peu près les mêmes qu'en France; ceux que nous avons vus consistaient en ciseaux, tarières, cuillers et cylindres à soupapes de 2 pouces $\frac{1}{2}$ de diamètre (0,063). Les tiges s'assemblent à vis, et n'ont que 1 fath. (1^{m},83) de long. Pour imprimer à l'appareil un mouvement de rotation, on visse simplement sur le pas de la tige supérieure un levier horizontal. Le dernier sondage qu'on venait d'exécuter à la

surface n'avait eu que 30 fath. (54^m,84) de profondeur. Le terrain était dur; on avait payé 4 liv. (101 fr.) par fath.

Un autre, exécuté au fond d'un puits dont la profondeur était de 50 fath. (91^m,40), avait coûté 10 s. (12 fr. 50 c.) par fathom. La corde qui soutenait les tiges avait été attachée à la surface sur l'engin d'extraction.

Dans la nouvelle édition du Voyage métallurgique en Angleterre, on trouve les prix suivants :

Pour un terrain médiocrement dur,

de 0 fath.	à 5 fath.	56 shill.	par fath.
5	10	12	
10	15	18	
15	20	24	

et ainsi de suite, en augmentant le prix de 6 shillings par fathom de cinq en cinq fathoms.

Les entrepreneurs fournissent les outils et en payent l'entretien; cela fait à peu près :

de 0	à 10 mèt.	3 fr.	75 c.	par mètre.
10	20	7	50	
20	30	11	25	
30	40	15	»	

Le percement des couches dures qu'on rencontre accidentellement se paye à part.

Creusement des puits.

Quand par plusieurs sondages on a déterminé la place où l'on creusera un puits, on procède à cette opération par les méthodes ordinaires. On leur donne une forme circulaire, qu'on a trouvée bien préférable à la forme elliptique. Les plus petits ont 10 pieds anglais (3^m,04) de diamètre. A Townley, pour un puits de cette dimension, dans la couche de grès appelée *white post*, on payait aux ouvriers 16 liv. (404 fr.) par yard courant, rien que pour creuser le puits. On les di-

vise généralement en deux compartiments égaux ou inégaux, et séparés par une cloison (*brattice*) imperméable ou perméable à l'air. Ces compartiments servent tous deux pour l'extraction, ou l'un pour l'extraction et l'autre pour l'épuisement. Dans ce dernier cas, la seconde partie est beaucoup plus petite que la première. Le plus souvent, les puits ont 14 à 15 pieds de diamètre, et on les partage en trois segments par des cloisons qui se réunissent suivant l'axe du puits. Un ou deux compartiments servent à l'extraction, quelquefois même tous les trois ont cette destination; enfin, l'un peut être employé pour l'épuisement, et l'autre pour l'aérage. Il y a des puits d'une section plus grande encore, divisés en quatre compartiments; mais ils sont assez rares.

Terrains peu ébouleux.

Quand il s'agit de traverser un terrain peu ébouleux, le travail est fort simple et consiste toujours à maintenir d'abord les parois par un boisage provisoire, qu'on remplace ensuite par une maçonnerie reposant sur un rouet, et une corniche ménagée dans l'intérieur du puits, ou suspendue à l'aide de longuerines à des poutres placées horizontalement à la surface du sol. Le muraillement est en briques ou en pierres bonnes aux constructions. Celles-ci sont assez abondantes aux environs de Newcastle pour être ce qu'il y a de plus employé. Quelquefois il est complétement inutile d'employer un revêtement, mais on a soin alors de bien dresser les surfaces laissées à nu.

Terrains ébouleux ou aquifères.

Le peu de notions géologiques données ci-dessus à propos du terrain houiller de Newcastle, nous ont appris qu'il existait à la surface du sol et à des profondeurs plus ou moins grandes, des bancs de sable souvent aquifères. On peut le re-

connaître encore dans la coupe donnée plus haut, et qui se rapporte au puits d'extraction de Piercy-Main, une des plus importantes mines de houille du district, située à quelques milles de Newcastle, entre cette ville et la mer, et sur les bords de la Tyne.

Quand la couche de sable est à la surface, on se contente d'en enlever une portion telle qu'on obtienne un tronc de cône dont la petite base a un diamètre un peu plus grand que celui du puits. On construit alors une tour cylindrique en maçonnerie, et on comble l'intervalle qui reste entre elle et les parois du cône. Si le terrain ébouleux est à une certaine profondeur, ce procédé n'est plus applicable. Ce qui se présente de plus simple, au premier abord, est de placer un cadre tout autour duquel on enfonce des palplanches, et de vider ensuite l'intervalle compris entre ces palplanches. C'est à ce principe que se rapporte le premier système de tubage employé à Newcastle : il consiste à placer à des intervalles de 2 ou 3 pieds, des rouets (ce que les Anglais appellent *cribs*) de 6 à 8 pouces carrés de section, et de cheviller par derrière des planches bien dressées et bien jointes, de 2 ½ pouces à 3 pouces d'épaisseur. Ce système est bon à une petite distance de la surface; mais quand la pression devient considérable, il faut renforcer à l'aide de nouveaux *cribs* et de nouvelles palplanches. On emploie souvent deux systèmes de *cribs* et de palplanches, et le tout est garni vers l'intérieur d'un revêtement en planches minces de pin, pour empêcher les bennes de s'accrocher dans le puits. Ce procédé a été employé à Piercy-Main, Jarrow, Hebburn, South-Shields, et autres mines depuis 1790. Quelques

Cuvelage en bois.

tubages supportent une pression de 40 fath. ou 100 livres par pouce carré.

Concurremment avec ce système, ou peut-être postérieurement à lui, on employa un cuvelage tout à fait semblable à celui d'Anzin. Un rouet picoté est établi sur une banquette imperméable à l'humidité, et au-dessus on place une série de segments cylindriques en bois s'ajustant exactement par les faces verticales et horizontales, serrés à l'aide de coins en bois, et garnis d'étoupes goudronnées, pour ôter tout passage à l'eau. Dans un puits creusé à la fameuse mine de Wall's-End, on arrêta une source de 1.700 gallons par minute, à l'aide d'un cuvelage en rouets de chêne de 9 pouces d'équarrissage, séparés par des planchettes en sapin de $\frac{1}{4}$ pouce d'épaisseur. Mais, de tous les cuvelages, le plus parfait est celui qui consiste en segments de fonte, et il est probablement destiné à remplacer tous les autres en Angleterre.

Cuvelage en fonte.

Le premier tubage en fonte date de 1795. Il fut exécuté par M. Barnes au puits du Roi, mine de Walker, près Newcastle. Il employait des cylindres en fonte garnis d'un sabot tranchant à la partie inférieure, et enfoncés à l'aide de poids ou de vis de pression; mais ce système ne pouvait servir qu'à la surface. M. Buddle est le premier qui ait imaginé d'employer des segments cylindriques. Il en fit précisément l'application au puits figuré *Pl. VI, fig.* 1. Ce travail date de 1796. Alors les oreilles étaient tournées vers l'intérieur du puits; on les recouvrait de planches de sapin. On mettait également des planches minces de sapin entre les différents segments, et on les réunissait par des boulons. Néanmoins ce système était plus dispendieux alors que le simple cuvelage

en bois appelé par les Anglais *crib* sur *crib*; aussi dans certains puits il fut susbtitué au précédent. En 1804, au puits de Houdon, on employa pour la première fois les segments de fonte sans les boulonner, et en tournant les oreilles en dehors. Depuis, ce système a été universellement adopté.

Les *Fig.* 12, 13 et 14, *Pl. IV*, se rapportent à des segments que nous avons vu fondre à l'usine de Walker, qui est certainement la plus considérable des environs de Newcastle. Elle emploie en grande partie des fontes d'Écosse, et en tire quelques-unes du pays de Galles et du Staffordshire. Grâce à la complaisance de M. Bell fils, l'un des directeurs de l'usine, nous avons recueilli un grand nombre de renseignements sur les procédés de fabrication et sur le prix de revient de tous les objets employés dans le travail des mines de Newcastle. Du reste, il est bon de prévenir que ces prix varient beaucoup avec la quantité achetée. Pour les gros ouvrages en fonte d'un moulage un peu compliqué, tels que les segments dont il s'agit, ils sont vendus de 7 à 8 shil. (8 fr. 75 c. à 10 fr.) le quintal de 112 liv. (50$^{k.}$,40), l'épaisseur minimum de la fonte dans l'exemple ci-dessus est de 1 pouce anglais; la longueur est 4 pieds, et la hauteur 18 pouces. Il y a des renforts séparés par des intervalles d'un pied. Le trou percé au milieu est destiné à attacher une corde pour descendre chaque segment; on le bouche ensuite à l'aide d'un tampon en bois.

On conçoit très-bien que la force du cuvelage en fonte doit varier avec la profondeur, ou plutôt avec la pression qu'il a à supporter. Pour montrer comment on fait varier ces dimensions, nous donnerons l'exemple d'un puits creusé dans un terrain

aquifère, par M. Dunn, directeur (viewer) d'une mine située aux portes de Newcastle.

A une profondeur de 7 fath., on trouva un courant d'eau fournissant 200 gallons ($9^{\text{hect.}}$,0808) par minute. On creusa jusqu'à un banc imperméable, et on y pratiqua une banquette bien polie et horizontale; on y mit des segments de chêne de 9 pouces de long et de 8 pouces d'épaisseur, chaque joint étant garni avec une planche de sapin. Quand le rouet fut bien ajusté, on procéda au picotage. Au-dessus on établit un cuvelage en fonte formé de segments qui avaient 4 pieds de long, 2 de haut, et $\frac{3}{8}$ de pouce d'épaisseur. Les oreilles avaient une saillie de 3 pouces à l'extérieur. Entre chaque segment on interposa une planche de sapin; le vide resté en arrière fut rempli avec du bois, des pierres ou de la terre; au-dessus on construisit une maçonnerie : l'eau cessa complétement de passer. Vingt-deux fathoms au-dessous de la surface du sol, on trouva une fissure qui donnait 300 gallons d'eau par minute. Il fallut creuser 6 fath. pour trouver un banc solide. On y établit deux trousses picotées, et au-dessus un cuvelage en fonte de 6 fath. $\frac{1}{2}$ de hauteur. Chaque segment avait les mêmes dimensions que dans le premier cuvelage, sauf l'épaisseur qui était de $\frac{1}{2}$ pouce. On établit à la partie supérieure une autre paire de trousses picotées qu'on assujettit par une rangée d'étais pressant de haut en bas comme le montre la *Fig.* 15.

A 36 fathoms, on fut obligé d'établir de la même manière un troisième tubage dont la hauteur était de 24 pieds.

Enfin, à 44 fathoms, on établit un quatrième cuvelage en employant des segments de $\frac{5}{8}$ et $\frac{6}{8}$ de

pouce d'épaisseur. La pression était de 133 liv. par pouce carré. On continua de forer le puits, et on ne trouva plus d'eau. En définitive, on avait :

Pour les tubages.	Poids par segment.		Poids par fathom.	Largeur en fathoms.	Eau retenue.
	quint.	kil.	quint.		gallons.
N° 1.	2	(101,56)	48	8	200
2.	3,2	(113,70)	60	6 ½	300
3.	2,3	(116,75)	66	4	300
4.	3,2	(162,50)	80	4 ½	350
				23	1.150 gall. ou 5.221 litres par minute.

Cuvelage en maçonnerie.

Enfin on emploie quelquefois pour retenir les eaux un cylindre de maçonnerie reposant sur un rouet picoté et lié par du ciment hydraulique. Quelquefois on coule par derrière un béton qui jouit de la même propriété.

Profondeur des puits.

La profondeur des puits est très-variable aux environs de Newcastle. Il y en a qui n'ont que 23 fathoms (41^{m},4) et d'autres qui ont tout près de 300 fathoms (548^{m},62). Il en résulte nécessairement une grande variation dans les frais de creusement. M. Buddle dit qu'il a souvent vu en Northumberland des puits qui avant de servir à l'exploitation coûtaient au delà de 70.000 livres (1.767.500 fr.) Mais il y comprend les machines nécessaires pour creuser le puits telles que la machine à vapeur et les divers engins ; or ces charges devaient plutôt être reportées sur les frais d'extraction. Le puits de Monkwearmouth près de Sunderland, quand il était à la profondeur de 265 fathoms, avait déjà coûté plus de 80.000 livres.

Cloisons.

Cette excessive dépense du creusement des puits est un des principaux motifs qui portent à les diviser en plusieurs compartiments par des cloi-

sons (brattices). Celles-ci s'étendent sur toute la longueur du puits. Elles sont formées de planches de pin écossais (scotch fir) de $0^m,02$ d'épaisseur. Les planches sont clouées sur des longuerines verticales attachées le long des parois du puits avec des crampons en fer, et elles viennent se réunir suivant l'axe du puits où on les maintient à l'aide de pièces en bois qui remplissent les angles, comme le montre la *Pl. VI*.

Lors de l'enquête de 1835 sur les accidents qui arrivent dans les mines, on demanda à M. Buddle si cet emploi de cloisons n'était pas une des principales causes de danger, et s'il n'y aurait pas plus de sûreté à creuser un second puits dans le voisinage du premier, comme on le fait par exemple en Staffordshire. A cette question, il fut répondu qu'indépendamment de toute considération d'économie, le système adopté était bien préférable; que si en creusant le deuxième puits on venait à rencontrer un banc de sable aquifère déjà traversé par le premier, il était certain que les travaux de toute espèce exécutés de nouveau amèneraient une perturbation d'où résulterait la destruction du premier puits. On conçoit en effet que le cuvelage exécuté dans celui-ci éprouverait des différences de pression qui le renverseraient immanquablement. Un puits ou un compartiment de puits présente nécessairement des dispositions particulières, suivant qu'il est destiné à l'extraction, l'épuisement ou l'aérage. Nous parlerons de ces modifications en traitant de chacun de ces sujets.

Creusement des galeries. En général on trouve peu de difficultés dans le creusement des galeries à Newcastle. Le plus souvent on n'a à percer ces galeries que dans les

couches voisines de la houille qui sont du schiste ou du grès. Le travail se résume donc à enlever le roc à la poudre et à soutenir le toit derrière soi à mesure qu'on avance. Le boisage est à cet effet beaucoup plus employé que le muraillement. Chaque cadre consiste simplement en deux pièces de bois verticales sur lesquelles en repose une troisième horizontale, le tout non équarri. Quand la largeur de la galerie est considérable et que le toit presse fortement sur le cadre, on met souvent un poteau au milieu. L'intervalle entre deux cadres varie avec la solidité de la roche, et celle-ci est encore la cause qui détermine à employer ou non des perches ou des écales de bois placées au-dessus des cadres pour remplir les vides. On emploie généralement le pin d'Ecosse (scotch fir) ou le mélèze (larch). Ces bois reviennent à 1 sh. 8 p. ou 2 sh. le pied cube suivant la longueur. Leur durée est variable suivant les différentes parties de la mine où ils sont placés. Il est certain qu'un air vicié les détruit beaucoup plus rapidement; aussi ne les emploie-t-on presque pas dans les galeries de retour d'air. Celles-ci sont ordinairement formées par un muraillement en pierres sèches provenant de l'exploitation même. Il est souvent inutile de soutenir le toit, mais quand cela est nécessaire on le fait à l'aide d'une voûte surbaissée. Au point de croisement de deux galeries parcourues par des courants d'air qui ne doivent pas se mêler, on établit toujours un muraillement en briques liées par du ciment. On a quelquefois employé le même système pour des galeries de roulage. Ainsi à la mine Killingworth on rencontra une faille (*trouble*) en argile qui rejetait le charbon et dans laquelle on fut obligé de

Boisage.

Muraillement.

creuser une galerie inclinée. Cette galerie fut muraillée en briques et le toit fut soutenu à l'aide d'une voûte également en briques. Il arrive souvent que par suite des travaux d'exploitation on est obligé de changer les dimensions de galeries déjà existantes. Ainsi il n'est pas rare de voir entailler le toit d'une galerie pour augmenter sa hauteur. Ce travail, qui est appelé *shift-work*, est exécuté par des ouvriers appelés *shifters*. Ils établissent un prix à l'avance pour tout l'ouvrage, ou bien s'engagent à travailler pour une somme fixe par poste de 8 heures. Cette somme est ordinairement 3 shillings (3fr.75) rien que pour abattre le roc; il y a d'autres ouvriers chargés de porter les déblais en lieu convenable. On les entasse souvent dans les galeries de roulage ouvertes dans la couche de houille, lesquelles ont souvent des dimensions bien plus grandes qu'il n'est nécessaire.

Terrains difficiles.

A la mine de Saint-Lawrence, on fut obligé, en 1790, d'arrêter les travaux, parce qu'on ne pouvait continuer le creusement de la galerie de roulage, dans un banc de gravier aquifère qui formait le prolongement d'un grès solide. En 1831, on rouvrit cette mine et on fit un premier essai pour traverser ce banc, mais on n'y réussit pas, parce que la charpente était trop faible. Le procédé employé consistait simplement à chasser derrière le cadre le plus avancé, des palplanches qu'on soutenait ensuite par un autre cadre. On imagina ensuite de soutenir le toit par une troisième rangée de poteaux verticaux reunis par la cloison qui séparait les deux compartiments pratiqués pour l'airage (*fig.* 16.). La galerie eut alors 4 pieds 3 pouces de haut sur 4 de large. Au-dessous

des palplanches on établit des charpentes horizontales jointes ensemble, et le tout était supporté par les cadres. Bientôt le mur perdit lui-même sa solidité, et il fallut le revêtir comme le toit. On avança ainsi jusqu'à la distance de trente-deux yards; mais on s'arrêta, parce que la dépense était trop grande. Il y avait des chutes d'eau et de sable à une très-grande pression.

On trouvera dans la suite de ce mémoire les dimensions des principales galeries.

Travaux exécutés avant l'exploitation régulière.

Que la couche soit ou non profonde, il faut toujours atteindre le gîte par un puits que l'on creuse d'abord par les méthodes indiquées. Si la houille est à une distance peu considérable au-dessous du sol, on fonce un deuxième puits qui doit, concurremment avec le premier, servir à l'aérage. On réunit ces deux puits par une galerie montante située dans le plan du gîte, ou par deux galeries se raccordant à angle droit, et dont l'une est perpendiculaire aux faces de joint de la houille. Dans les mines profondes, les deux compartiments d'un même puits remplissent l'office des deux puits, et il n'y a plus à creuser de galerie montante. Du reste, les dispositions prises dans l'un et l'autre cas, se rapportent plutôt à l'aérage, et nous y reviendrons. Après avoir terminé la galerie d'inclinaison ou les autres galeries qui établissent le mouvement de l'air, on procède au percement de la galerie d'allongement principale. Elle doit remplir deux conditions : 1° être horizontale; 2° se trouver dans le plan du gîte. Mais elle ne doit pas être nécessairement rectiligne, ce qu'il serait dans certains cas très-difficile d'obtenir. Son horizontalité n'est même pas toujours observée. Ainsi, quand un *dyke* ou un *trouble*

vient déplacer la courbe et la porter à un autre niveau, ou bien il faut pratiquer la galerie d'allongement en dehors du gîte, ou bien la ramener dans celui-ci à l'aide d'un plan incliné. Nous avons vu des exemples de l'un et de l'autre cas. Le premier est beaucoup plus rare que le second, et je ne sache pas qu'il ait été employé pour un rejet considérable de la couche; je ne l'ai observé que dans une circonstance où celle-ci se trouvait à quelques fathoms au-dessus de la galerie d'allongement; le second est beaucoup plus commun, et le plan incliné présente même des angles assez grands avec l'horizon. Il arrive assez souvent que les deux portions de la couche sont réunies par un puits vertical tout à fait indépendant du puits principal.

Cette galerie principale d'allongement sert de galerie de roulage; son axe ne vient pas rencontrer celui du puits, mais le tout est disposé de telle sorte que la galerie soit tangente au puits ou à peu près. Au point de contact, la galerie s'élargit beaucoup, et est transformée en une vaste chambre. A Wals'end, la communication entre le puits et cette chambre est formée par une voûte en pierres de trente pieds de haut. En d'autres localités, le muraillement est remplacé par le boisage. J'ai même vu des exemples où la dureté de la roche permettait de négliger l'un et l'autre moyen.

Les dimensions des galeries principales d'allongement et d'inclinaison sont assez grandes. Les premières surtout devant servir de galerie de roulage doivent offrir assez d'espace pour que les chevaux puissent y circuler librement. Elles ont 6 pieds (1^{m},828) de haut et 9 pieds (2^{m},842) de large. Toutefois cette longueur ne sert que pour

une simple voie de roulage. Dans les endroits où deux convois doivent se rencontrer elle est portée à 12 pieds (3^m,656).

Les puits creusés dans l'intérieur de la mine pour rejoindre les deux parties d'une même couche portent le nom de *staple pit*. Leur diamètre est peu considérable et n'excède pas 6 à 8 pieds. A la mine de Kellingworth, où les couches sont rejetées par le dyke de 90 fathoms, le puits principal d'extraction est divisé en quatre compartiments. Deux sont employés pour le service de la partie supérieure et les deux autres descendent jusqu'à la partie inférieure. Ils traversent la première couche à l'aide d'un tubage en fonte. Dans celui-ci est pratiquée une ouverture rectangulaire qui permet de voir le mouvement des bennes dans le compartiment d'extraction correspondant à la deuxième couche.

§ 2. *Exploitation régulière.*

Méthode d'exploitation.

On ne suit dans tout le district de Newcastle qu'une seule méthode d'exploitation, celle par piliers et galeries (post and stalls). Elle consiste à pratiquer dans le gîte des galeries parallèles entre elles, qu'on rejoint ensuite par d'autres transversales, de manière à isoler entre quatre galeries des piliers de charbon dont les dimensions varient suivant les circonstances. Ces piliers resteront ou non pour supporter le toit. On ne leur donne la première destination que dans le cas où la couche est à une profondeur peu considérable, au plus 50 ou 60 fathoms. A une distance du sol plus considérable on les enlève, au moins autant que possible. Nous nous occuperons d'abord du premier cas.

Il est évident que les piliers abandonnés doivent

présenter la plus grande résistance sous le plus petit volume, car d'une part il faut soutenir le toit, et de l'autre extraire le plus de charbon possible. Le meilleur moyen de parvenir à ce résultat est de creuser les tailles parallèlement à deux systèmes de fissures du charbon. Piliers abandonnés.

La marche générale à suivre est la suivante : (*fig.* 17, *Pl. IV*). La couche étant à une petite profondeur, il y a deux puits, l'un principal A, l'autre pour l'aérage B, une galerie montante AB et une galerie principale d'allongement CD.

Ces deux galeries sont ouvertes concurremment; quand elles sont suffisamment avancées, et tout en les prolongeant, on commence le travail des tailles de part et d'autre de chacune de ces galeries. Ces tailles sont poussées dans le sens de l'inclinaison, si le charbon s'abat plus facilement en montant; on les ouvre au contraire dans le sens de la direction si les fissures du charbon offrent quelque avantage pour cette manière d'opérer. Les tailles principales portent le nom de *boards*; elles ont 4 à 5 yards (3^{m},64 à 4^{m},55) de large. Les piliers de charbon qui les séparent ont de 8 à 9 yards. On les divise de distance en distance par d'autres galeries appelées *narrow* qui ont 4 yards de large et qui joignent deux *boards*. L'écartement de ces *narrows* est très-variable. Il va quelquefois jusqu'à 20 yards. D'autres fois il se réduit à l'écartement des boards.

Dans un pareil système d'exploitation il est souvent avantageux de creuser un grand nombre de puits.

Nous avons vu suivre cette méthode à la mine de Townley. On y exploite depuis fort longtemps une couche d'un yard d'épaisseur qui porte le nom de *Townley main seam* et qui se trouve à une profondeur moyenne de 60 yards au-dessous de

la surface. Le charbon qu'elle produit est tendre et de bonne qualité. On pratique des *boards* qui ont 5 yards de large et des *narrows* qui n'ont que deux yards. Les piliers sont carrés et ont 9 yards de côté. Pendant le travail on est souvent obligé de soutenir par des étais le toit des *boards*. Nous avons parcouru une partie des anciens travaux, et nous avons remarqué que le toit, qui est un grès blanc assez solide, se détachait en plaques de grandes dimensions. Nous avons en outre observé le commencement d'un phénomène dont nous n'avons pas encore parlé et qui porte le nom de creep. Il consiste en ce que les piliers pressés par tout le poids qu'ils ont à supporter pénètrent dans le mur, et produisent un gonflement ou soulèvement du sol des galeries. Nous avons représenté *fig.* 18 à 23 un creep dans ses différents états. Il se dénote d'abord, comme on le voit en A, par une légère courbure dans le sol de la galerie; en B le sol commence à s'ouvrir avec une déchirure longitudinale; C nous montre le développement complet de cette déchirure; D, le moment où le soulèvement atteint le toit. En E la substance du mur commence à remplir tous les vides; en F le charbon commence à ressentir les effets de la pression et à se briser; enfin G représente la période où le creep est tout à fait complet.

Quand l'accident contraire a lieu, c'est-à-dire quand les piliers de charbon pénètrent dans le toit, on dit qu'il se fait un *crush*. Ce sont là les deux écueils à éviter dans l'exploitation par piliers abandonnés.

La méthode d'exploitation par piliers abandonnés fut pendant longtemps la seule employée

à Newcastle même pour les mines profondes. Voici, d'après M. Buddle, comment se faisait le travail dans la couche dite *High main seam*, mine de Wals'end, à une profondeur de 113 fathoms (205m,66).

Les travaux furent commencés dans le voisinage du puits. On donnait au *board* 4 yards de large et 8 aux piliers. Les murs étaient percés de 22 en 22 yards par des galeries *rooms* de 2 yards de large et tout le reste était abandonné. On obtenait ainsi 112 sur 288 ou $\frac{7}{18}$ ou enfin 39 pour 100 du charbon, et 61 pour 100 étaient complétement perdus. C'était tout ce qu'on pouvait faire dans la crainte des *creeps*. Cette méthode fut suivie pour tout un tiers de la mine en question. On porta alors la largeur des galeries *boards* à 5 yards, et celle des piliers à 10 yards en les recoupant toujours à 22 yards par des *rooms* de 2 yards. On n'avait pas pour but d'obtenir plus de charbon, mais on entrevoyait déjà la possibilité d'enlever tout ou partie des piliers, et on regardait la largeur de 10 yards comme plus favorable que celle de 8. Toutefois on adopta dans une partie de la mine des *boards* de 4 yards avec des piliers de 6 yards en recoupant toujours de la même manière. On obtint ainsi 108 sur 240 ou 45 pour 100 du charbon.

Vers 1795 M. Thomas Barnes de la mine de Walker essaya d'enlever une partie des piliers regardés jusqu'alors nécessaires pour soutenir le toit. Il divisa les vieux travaux en districts de 10 à 20 acres (40 à 80 hectares) qu'il limita en établissant dans les galeries des piliers auxiliaires et en soutenant les murs de charbon, de façon qu'on n'eût pas à craindre qu'un *creep*, s'il se formait, pût s'étendre aux piliers voisins. Il enleva ensuite la **Dépilage partiel.**

moitié des piliers de deux en deux rangées comme le montre la *fig.* 24, *Pl. IV*. Il obtenait ainsi 156 parties sur 288 ou 54 pour 100 du charbon. En 1810 un autre perfectionnement fut introduit pour la première fois dans les travaux de la mine de Piercy main. On enleva complétement chaque rangée de piliers de deux en deux et on enleva la moitié de chaque pilier dans la rangée intermédiaire (*fig.* 25, *Pl. IV*). En suivant ce plan dans des districts resserrés, les ouvriers parvinrent à obtenir jusqu'à 80 ou 90 pour 100. Enfin M. Buddle imagina la méthode par piliers et compartiments appelée en Anglais *pannel work*, et donna ainsi le moyen d'extraire presque tout le charbon avec moins de danger qu'auparavant.

Description du pannel work. Cette méthode consiste à diviser la mine en districts ou *pannels* séparés les uns des autres par des murs de charbon de 40 à 50 yards d'épaisseur, de manière que si un éboulement se manifeste dans un compartiment, il ne puisse avoir aucune influence sur les autres travaux. Nous avons représenté (*fig.* 26, *Pl. IV*) un plan théorique du pannel work. Nous avons supposé qu'on avait creusé deux puits A et B mis en communication par des galeries à angle droit les unes sur les autres. Du puits principal A part une galerie d'allongement de chaque côté de laquelle sont disposés les compartiments. Ceux-ci sont réunis par deux galeries qui sont parallèles à la galerie principale d'allongement et servent pour le retour d'air.

Les piliers ont 12 yards de largeur et 24 de long. Les *boards* ou tailles principales ont 4 yards de large ; elles sont perpendiculaires aux fissures de direction. Les tailles transversales *rooms* ont 2 yards de large.

Une fois que la galerie de roulage est poussée assez loin, on attaque à la fois plusieurs compartiments, et le point par lequel on commence importe peu; mais il n'en est plus de même pour le dépilage. Il faut l'entamer par le point le plus éloigné possible du puits principal. A mesure que l'abattage a lieu on étaye le toit avec des rondins en sapin d'Écosse; on les rapproche plus ou moins suivant la solidité de la roche. Ce travail n'est pas confié aux simples mineurs; tandis que le *hewer* abat la roche, un ouvrier supérieur qui porte le nom de *deputy overman* place les étançons. On continue le dépilage jusqu'à ce qu'on ait dégarni une grande chambre correspondant à 3 ou 4 piliers; alors le *deputy overman* commence à retirer les étais qui soutenaient le toit et en laisse seulement un petit nombre pour protéger les piliers qui seront ensuite attaqués. Les premières assises du toit se détachent alors et tombent au milieu de l'espace vide; mais les couches supérieures ne se brisent pas; elles s'affaissent doucement et viennent reposer sur les débris du toit. M. Buddle avait fait un essai pour appliquer aux couches de Newcastle la méthode par grande taille; mais il avait été forcé d'y renoncer parce que les assises supérieures au toit, au lieu de se plier, se brisaient complétement et livraient un passage au gaz renfermé dans les petites couches de charbon supérieures à celles qu'on exploitait.

Dans le système actuel, quand un compartiment est entièrement dépilé, on enlève autant que possible en se retirant les murs qui le séparent des autres parties déjà exploitées, afin de perdre le moins de charbon possible. Dans notre

dessin, il y a deux compartiments complétement dépilés, deux où le dépilage commence, un où toutes les galeries sont ouvertes, et un sixième où l'on travaille encore aux galeries.

On donne le nom de *mothergate* à la galerie partant du puits ou à toute autre galerie partant d'un point central, qui sert de route pour aboutir à une série de *boards*. Les deux galeries qui sont poussées parallèlement à un même système de fissures du charbon portent le nom de *headway*. Les *boards* y aboutissent à angle droit.

En réalité le travail n'est pas et ne peut pas être aussi régulier qu'on pourrait le conclure de ce que nous venons de dire. On conçoit en effet qu'il faut autant que possible suivre les limites de l'exploitation, et si l'on adoptait la régularité de notre plan, il y aurait beaucoup de pertes. En outre des failles nombreuses viennent à chaque instant changer la profondeur et l'inclinaison des couches. Pour donner une idée de la disposition réelle d'une mine des environs de Newcastle, nous avons joint à notre mémoire le plan de la couche dite Bensham seam à la mine de Wals'eud, lors de la terrible explosion qui eut lieu dans cette mine en 1835. Les parties couvertes de hachures sont celles qui ont été dépilées. On trouvera plus loin une explication plus détaillée de ce plan que nous choisirons comme un exemple d'aérage (*fig.* 1, *Pl. V*).

Depuis l'invention de la lampe de Davy on a cherché à extraire le charbon qui avait été renfermé par un *creep*. Le procédé suivi consiste à ouvrir, dans les piliers de charbon, de véritables galeries, en soutenant le toit par des étançons. On enlève d'abord la houille sur la moitié de la largeur, puis ensuite sur l'autre moitié. Quand on

a enlevé tout ce qu'il est possible d'avoir, on retire les étançons et le toit s'éboule. Du reste il y a peu de bénéfice à reprendre ainsi le charbon des *creeps*, parce que la pression qu'il a subie l'a ordinairement réduit en très-petits fragments, ce qui lui ôte beaucoup de sa valeur (*fig.* 27 et 28, *Pl. IV*).

IV.

DE L'AÉRAGE.

§ 1. *Manière dont l'air est vicié.*

Nature des gaz nuisibles.

Les mines de Newcastle sont assez difficiles à ventiler, parce que la houille contient une grande quantité de gaz inflammable. La nature de celui-ci paraît assez bien déterminée. M. Turner, professeur à l'université de Londres, a fait des analyses récentes dont nous donnerons le résultat. Le gaz fut recueilli dans diverses mines en vidant aux places où on voulait le prendre des bouteilles pleines d'eau. On laissait dans chacune une demi-once d'eau, on bouchait ensuite la bouteille à l'émeri, puis on recouvrait d'un lut et d'une enveloppe. Les bouteilles furent transportées à Londres en tenant le goulot en bas. Il ne put s'introduire ni s'échapper aucune parcelle de gaz. L'analyse fut faite dans l'eudiomètre à mercure, en faisant détoner avec l'oxygène. Les gaz ne contenaient d'inflammable que de l'hydrogène protocarboné ; il n'y avait pas du tout d'hydrogène. On y trouva quelquefois de l'acide carbonique en proportion notable. Voici du reste les résultats exacts.

NOMS		DENSITÉ		Hydrogène protocarboné.	Air.	Azote.	Acid
DE LA MINE.	DE LA COUCHE.	observée.	calculée.				
Wals'end.	Bensham coal seam.	0,6024	0,5991	91	9	0	0
Burraton.	Yard coal seam. . .	0,600	0,5903	93	7	0	0
Killingworth.	High main seam. .	0,6196	0,6236	85	8	7	0
Killingworth.	Low main seam. .	0,8226	0,8325	37	46, 5	16,5	0
Pensher au Mis de Londonderry.	Vieux travaux de Hutton seam 125 f.	0,966	0,9662	7	82	11	0
Pittington au Mis de Londonderry.	Hutton seam, au fond du puits Adélaïde, 45 fath. . .	0,866	0,875	28	67,5	4,5	0
Hetton. . . .	Hutton seam Eppleton Jane Pit, 175 fat.	0,747	0,767	50	6	44	0
Hetton. . . .	Main coal seam, puits Blassom, 100 fath.	0,780	0,772	50	23	27	0
Jarrow. . . .	Bensham coal seam.	0,6381	0,641	81,5	18, 5	0	0
Jarrow. . . .	Couche à 11 fat. au-dessous de la précédente.	0,6209	0,6079	89	11	0	0
Willington. .	Bensham seam, 145 f.	0,7278	0,7175	68	28, 7	0	3

La présence de l'azote doit être considérée comme due à des réactions chimiques qui absorbent l'oxygène, et notamment la décomposition des sulfures métalliques.

L'acide carbonique se trouve souvent dans les débris au moment du dépilage. Ayant essayé à Killingworth d'entrer au milieu de ces débris, la chandelle que nous tenions à la main s'est éteinte après un laps de temps très-court et nous avons été forcé de nous retirer.

L'hydrogène sulfuré existe probablement aussi en quelques points. On a des exemples d'ouvriers tués presque subitement par des dégagements d'air méphitique.

Des observations faites avec un microscope d'un pouvoir grossissant considérable, ont montré que la houille contenait des pores et que ceux-ci étaient d'autant plus grands et plus nombreux que le charbon dégageait plus de gaz. On déduit naturellement de là que ces petites cellules servent de réservoir pour le grisou. Quand ces pores viennent à communiquer avec l'air, le gaz se dégage et fait entendre un petit bruissement qui est très-sensible à Newcastle sur la face des tailles. On peut même facilement allumer le gaz en certains points.

Leur état dans la houille.

Comment ils se dégagent dans l'air.

Ce n'est pas là l'origine unique du grisou. Il en sort du toit et du mur, et la nature de ceux-ci a une grande influence sur le dégagement. Un toit ou un mur de grès présentant de nombreuses fissures amène constamment dans la mine les gaz qui peuvent se dégager des couches supérieures ou inférieures. La quantité qui arrive ainsi varie beaucoup avec la pression barométrique. Cette variation précède même celle de la colonne de mercure et paraît être plus sensible aux changements atmosphériques. Quand les fissures du grès deviennent plus larges, des ouvriers leur donnent le nom de *thredson gullets*, et la quantité de gaz qu'elles amènent est beaucoup plus grande. Aussi lorsqu'il y a une diminution subite de pression atmosphérique, elles présentent des dangers réels. Si le toit est schisteux il ne contient plus comme le grès des fissures par lesquelles le gaz des couches voisines puisse arriver dans la mine. Cette circonstance est avantageuse tant qu'il ne s'est opéré aucune rupture ; mais dans le dépilage, quand il se forme quelque grande fente, elle ouvre un passage au gaz accumulé au-dessus

ou au-dessous du schiste, et sous ce point de vue celui-ci doit être regardé comme plus dangereux que le grès.

Enfin le dégagement qui est le plus dangereux, en ce qu'il est plus difficile à prévoir, est celui qui porte en anglais le nom de *blower*, en France soufflard, et qui provient d'une accumulation appelée *bag of foulness* (sac d'impureté). Le gaz est contenu à une forte pression dans une cavité fermée, et lorsqu'on lui donne issue il se précipite avec une grande force. Les cavités se trouvent dans le toit ou dans le mur, mais principalement dans les petites failles qui coupent le charbon et auxquelles on donne le nom de *hitch* ou petit dyke de glissement. On en voit encore dans les grands dykes, mais il est à remarquer que dans le cas où les parois sont schisteuses, ce dyke est entièrement plein et ne peut conséquemment pas contenir de gaz, tandis que si les deux parois sont du grès, le dyke présente un grand nombre de cavités. Assez souvent le voisinage d'une faille est annoncé par l'état du charbon, et celui-ci avertit le mineur de se tenir sur ses gardes, mais malheureusement il n'en est pas toujours ainsi.

§ 2. *Production du courant d'air.*

Moyens employés.

D'après ce que nous venons de dire, il est très-important d'introduire dans les mines du district de Newcastle une grande quantité d'air pur pour diluer l'air vicié qui remplit les travaux. Les couches ne sont pas assez inclinées et le chemin à parcourir est beaucoup trop grand pour qu'on puisse se contenter de l'aérage naturel. On est donc forcé d'employer un moyen artificiel, et

celui dont on fait partout usage dans le nord de l'Angleterre est un foyer placé à la base ou au sommet du puits. De 1807 à 1810, M. Buddle fit plusieurs essais pour remplacer ces foyers qui présentent des inconvénients dont nous parlerons plus loin. Il essaya des machines aspirantes et soufflantes à piston. Il injecta dans le puits d'aérage de la vapeur d'eau amenée par un tuyau carré de planches de sapin qui communiquait avec une chaudière. Enfin il imagina de faire passer l'air à travers un cylindre qu'on chauffait à la surface, comme l'indique la *fig.* 2, *Pl. IV*.

Comment l'air entre dans la mine et comment il en sort.

Le foyer simple fut encore reconnu comme ce qu'il y avait de plus convenable et de plus efficace.

L'air est donc introduit dans la mine par un puits qu'on appelle en anglais *down-cast shaft* (puits de descente) et il remonte par le *up-cast shaft*. Celui-ci est quelquefois un puits complétement distinct du premier, mais souvent le *down-cast* et le *up-cast* ne sont que les deux compartiments d'un même puits. Cette disposition est très-vicieuse. Lorsque malheureusement il arrive une explosion qui s'étend jusque dans le puits, la cloison est infailliblement renversée, et tout moyen de rétablir le courant d'air est enlevé jusqu'à ce qu'on la reconstruise. Pour obvier à cet inconvénient, M. Buddle avait remplacé la partie inférieure par un véritable mur en briques. Un nouvel accident lui prouva l'insuffisance de ce système; le mur fut complétement renversé et une partie de la cloison en bois détruite. Instruit par cet exemple, l'habile ingénieur, dans un nouveau puits qu'il creusait à la mine de Wals'end, imagina de le partager à la partie inférieure en deux puits tout à fait distincts, *fig.* 3. La couche

de *highmain* avait été exploitée par ce puits divisé en trois compartiments, un pour l'épuisement et deux pour l'extraction. Le premier continua de servir à élever au jour les eaux supérieures à la couche épuisée, et les deux autres furent approfondis jusqu'à la couche de Bensham. Les cloisons en bois exigent de fréquentes réparations. Elles sont rapidement détruites par l'air vicié et quelquefois même enflammées. M. Buddle cite une année où le boisage d'un puits a coûté 35.000 francs d'entretien. Il est donc bien important quand on ouvre une exploitation de calculer avec soin les avantages et les inconvénients qu'il y aurait à creuser de suite deux puits au lieu d'un seul.

Disposition du foyer.

Le foyer d'aérage est placé, avons-nous dit, tantôt au sommet, tantôt à la base du puits. Ce n'est pas ici le lieu de s'appesantir sur tout ce que la première disposition a de vicieux; nous observerons seulement qu'il est très-rarement employé dans cette position. Pour notre part, nous n'en avons vu qu'un exemple : c'était à la mine de Townley, et encore n'était-il que pour aérer une très-petite portion de mine située à une profondeur peu considérable. Le foyer, renfermé dans une petite cabane en pierres, était alimenté simplement par l'air que la porte laissait passer entre ses joints. Les gaz sortant de la mine étaient amenés par une galerie inclinée aboutissant à la cheminée, et se rattachant au puits. La cheminée avait environ 60 pieds de haut, 6 pieds de diamètre à la base, et 3 pieds au sommet. Elle n'était formée que d'un seul rang de briques ayant 9 pouces de long, excepté toutefois à la partie inférieure, où il y avait un double rang de briques réfractaires. Le plus généralement, le foyer est à la base du

puits par lequel l'air remonte. On ne le met pas dans le puits même, ce qui empêcherait celui-ci de pouvoir servir à l'extraction; mais il est toujours à une certaine distance, et communique avec le puits par une cheminée inclinée. Le foyer consiste simplement en une voûte cylindrique construite en briques, et sous laquelle se trouve une grille de 3 mètres de large et de la même longueur (*Fig.* 4). Quelquefois les dimensions sont un peu moindres. Quand la quantité d'air qui doit sortir de la mine exige un plus fort tirage que ne le comportent ces dimensions, on établit deux foyers au bas d'un même puits; c'est ce qui a lieu à la mine de Killingworth : les deux foyers sont accolés l'un à l'autre. D'autres fois, et notamment à la mine de Townley, deux foyers sont employés pour un même puits, mais souvent pour des courants d'air arrivant de parties différentes de la mine; alors ils sont disposés de part et d'autre du puits. Les foyers sont alimentés généralement avec de la menue houille provenant de l'exploitation. A la mine de Wall'send, où le foyer est à grandes dimensions, on use environ 18 quintaux de charbon en 12 heures. Dans d'autres localités, on emploie aussi, pour alimenter le foyer, du bon charbon en morceaux assez gros; la consommation est à peu près la même. L'entretien du foyer est confié à une classe particulière d'ouvriers que l'on nomme *firemen*. Ils se relayent par postes de 12 heures, et sont payés 18 shil. par semaine, ou 2 shil. 7 p. (3 fr. 20 c.) par poste. Ce sont ordinairement des *pitmen* que leur âge ou un accident quelconque survenu dans la mine a rendus incapables de travailler à l'abattage de la houille. Ils doivent toujours maintenir le feu clair et vif.

Pour s'assurer que le tirage est suffisant, ils emploient divers moyens; les uns se servent d'un petit moulin dont les ailettes mues par le courant d'air attestent par le bruit qu'elles font la suffisance ou l'insuffisance du tirage. D'autres emploient un ruban ou une plume attachée à l'extrémité d'un fil, qui doit rester dans une position horizontale ou presque horizontale au milieu du courant d'air.

Le foyer est tout à fait construit en briques, et pour l'isoler de la houille et empêcher celle-ci de s'échauffer, on pratique tout autour une petite galerie dans laquelle circule l'air froid.

A la mine de White-haven, dans le Cumberland, le foyer est dans un cylindre en briques dont il n'occupe pas toute la largeur (*Fig.* 5). Un segment du cylindre est réservé au passage d'une portion d'air froid qui va rejoindre plus haut l'air échauffé.

Air qui sert à alimenter le foyer.

L'air qui a parcouru les différents travaux de la mine n'est pas toujours également propre à l'alimentation du foyer. On a reconnu que s'il contenait plus de $\frac{2}{14}$ de gaz hydrogène protocarboné, il s'enflammait en le traversant. Cette circonstance force très-souvent à diviser l'air qui vient au foyer en deux ou plusieurs portions. Si l'une d'elles est inflammable, on la fait arriver dans le puits à un niveau tel qu'elle ne puisse être atteinte par aucune flamme venant du foyer; le conduit incliné qu'on lui fait suivre porte alors le nom de *cold* ou *dumb furnace* (fourneau froid ou muet) (*fig.* 6). Si l'autre n'est pas trop impure, on la fait servir à l'alimentation du foyer. Si elle ne peut être employée à cet usage, on la fait aussi passer à travers le *dumb furnace*, et l'on fait arriver sur le foyer un

petit courant emprunté à l'air descendant. La *fig.* 7, *Pl. V*, représente en plan la disposition adaptée à un puits de Piercy-main. Ce puits sert à la fois de *up-cast* et de *down-cast*. Il n'y a qu'une seule galerie pour le retour d'air; mais celui-ci peut ou non être admis sur le foyer. Lorsqu'il est vicié, on emprunte un courant à la galerie par laquelle l'air entre dans la mine, et dont le foyer est séparé par deux portes closes avec soin. Il n'est pas rare de voir aux environs de Newcastle des tours d'une centaine de pieds de hauteur qui surmontent les puits d'aérage. Ces tours sont destinées à augmenter la vitesse du courant d'air en rendant le tirage plus grand. Bien qu'elles satisfassent à toutes les conditions désirables sous le rapport du diamètre, elles ne sont pas assez hautes, surtout par rapport à la grande profondeur des puits, pour produire un effet sensible. Elles ont en outre l'inconvénient d'empêcher l'extraction par le puits de sortie de l'air. On doit donc regarder leur emploi comme superflu et presque sans utilité; cependant elles sont quelquefois surmontées d'un appendice qui les rend plus efficaces. Cet appendice consiste en un entonnoir conique dont l'ouverture est dirigée par une girouette, de façon à être constamment abritée du vent qui, sans cela, contrarie souvent l'air sortant de la mine.

Tours et cheminées au sommet des puits.

Une disposition assez ingénieuse est la suivante: le *down-cast* et le *up-cast shafts* sont les deux compartiments d'un même puits. A une petite distance au dessous de la surface, ce puits est bouché à l'aide d'un plancher très-solide sur lequel est un lit d'argile. Chacun des compartiments communique à l'aide d'une petite galerie avec une cheminée d'environ 60 pieds de haut. La cheminée

du *down-cast shaft* est surmontée d'une espèce d'entonnoir auquel est adaptée une girouette. Celle-ci fait tourner l'entonnoir de manière que son ouverture est toujours du côté d'où souffle le vent. La cheminée du puits de sortie est également munie d'un entonnoir à girouette, mais celle-ci est disposée de telle façon que l'ouverture est toujours en sens contraire de la première. Par ce procédé, le vent favorise l'entrée de l'air dans une des cheminées, et la sortie dans l'autre (*Fig.* 8).

Avantages et inconvénients des foyers d'aérage.

Nous avons déjà dit que M. Buddle avait essayé de substituer aux foyers d'aérage les machines aspirantes à piston. L'épreuve qu'il en fit ne fut pas favorable : la machine, dont sans doute les dimensions étaient trop petites, ne pouvait déterminer dans l'intérieur de la mine un courant suffisant. Du reste, le raisonnement seul semble indiquer qu'il n'y avait aucun avantage à faire cette substitution. Les foyers ont sur les machines l'avantage d'exiger beaucoup moins de frais de premier établissement et d'entretien ; en outre, pour les mines profondes comme le sont celles de Newcastle, il serait difficile de trouver un moteur qui fît passer à travers les galeries une quantité d'air assez grande. Si on emploie des machines, il faudra multiplier leur nombre, ou leur donner des dimensions exagérées ; on serait conduit à quelque chose de tout à fait impraticable. Il est vrai qu'avec les foyers on peut craindre qu'un courant d'air explosif n'arrive sur eux ; qu'à la suite d'une première explosion, les portes qui interceptaient le passage de l'air inflammable étant renversées, il ne passe sur le foyer un mélange gazeux inflammable, et qu'une seconde explosion ne s'en suive ; enfin, après une explosion, il est impossible ou

du moins très-difficile de se servir du foyer. M. Combes, dans son mémoire sur l'aérage des mines, réfute très-bien ces objections faites à l'emploi des foyers, et montre que les machines y sont également soumises. Ces dernières ont de plus l'inconvénient d'exiger des réparations qui forcent d'interrompre complétement les travaux. En définitive, dans l'état actuel de la question, les foyers d'aérage paraissent être le meilleur moyen qu'on ait encore employé pour produire un courant d'air artificiel.

Quoi qu'il en soit, quand une explosion a eu lieu dans une mine, et que les foyers sont hors de service, on emploie à Newcastle un procédé qui n'est du reste pas spécial à ce district, pour réintroduire une quantité suffisante d'air; il consiste à faire arriver du sommet du puits un courant d'eau qui, en tombant, produit l'effet d'une trombe, et force l'air à rentrer dans la mine. Nous citerons plus loin un exemple où ce procédé a été employé.

§ 3. *Distribution de l'air dans les travaux.*

Aérage des travaux préparatoires.

Dans un puits en creusement, l'air est renouvelé comme à l'ordinaire, en partageant le puits en deux compartiments dont l'un sert à la descente et l'autre à la sortie, en aidant celle-ci, dans le cas où la chose est nécessaire, par un moyen artificiel, tel qu'un foyer ou une légère élévation du compartiment par lequel l'air remonte. Quand le puits a atteint la couche, la première chose à faire est de le mettre en communication avec un second puits s'il y en a un; sinon, on procède immédiatement au creusement de la galerie principale. Généralement alors on creuse concurremment avec

pour toute la mine, et, lorsqu'il arrivait au foyer trop chargé d'air inflammable, il en résultait une explosion. Le seul remède qu'on connût à cette époque, dans le cas où l'air était très-vicié, consistait à éteindre le feu et à faire tomber un courant d'eau dans le puits d'entrée de l'air. Une grande difficulté se présentait alors quand on voulait rallumer le fourneau : pour y parvenir sans danger, on attachait un fil de fer à une barre du foyer et au sommet du puits; on recouvrait ce fil de matières très-combustibles, et on laissait glisser tout le long un anneau de fer rouge. On n'eut pas d'autre moyen jusqu'en 1807, époque à laquelle M. Buddle imagina de diviser le courant d'air, ce qu'il appelait *compound ventilation* (ventilation composée). La première notion de ce système qui fut donnée au public se trouve dans une lettre adressée, en 1813, par M. Buddle à sir Ralph Milbanke, président d'une société établie à Sunderland pour empêcher les accidents dans les mines. La *fig.* 29, *Pl. IV*, est celle qu'y donnait M. Buddle. Les travaux y sont très-peu développés; les galeries *dd* sont les *head ways*, *ii* les *stentings*, et *lll* les *boards*. L'air, divisé à son entrée dans la mine en deux courants différents, revient dans le même compartiment du puits; mais celui qui est supposé pur passe seul sur le *working furnace*, et l'air impur, suivant le *dumb furnace*, aboutit dans le puits à un niveau supérieur au premier. Les avantages de cette division de l'air sont incontestables; pour le démontrer il nous faudrait reproduire ce que M. Combes a déjà publié dans son traité de l'aérage des mines: c'est pourquoi nous renvoyons à ce mémoire.

Après avoir inventé la division du courant d'air, M. Buddle compléta le service rendu aux mines du nord de l'Angleterre par la division des travaux. Ces deux systèmes marchent aujourd'hui ensemble, et partout où l'on emploie le *pannel work*, on suit le système de *compound ventilation*. La *fig*. 26, *Pl. IV*, est un plan théorique à l'aide duquel nous expliquerons le mode d'aérage. A est le puits par lequel l'air descend, B celui par lequel il remonte et au bas duquel se trouve le foyer. L'air, arrivant par le puits A, entre d'abord dans la *mothergate* ou principale galerie de roulage A*c*; en *d*, il se partage en trois parties, une qui continue de suivre la galerie A*c* et deux autres qui se rendent dans les compartiments A′ et B′, en passant à l'aide de *crossing e* que nous avons déjà décrits et qui sont représentés *fig*. 12, *Pl. V*. Ces deux courants parcourent tous les *boards* par la méthode de *coursing the air*, et celui du compartiment B′ vient se réunir au compartiment A′ en traversant les deux crossings *f* et *g*, puis tous deux vont alimenter le foyer. Le courant qui a continué de suivre la *mothergate* est de nouveau partagé en deux au point *h*. L'un va alimenter le compartiment C, qu'on est en train de dépiler, et le second arrive dans la galerie jusqu'au point *l*, où il se divise encore en deux parties. La première passe dans le compartiment D, et la deuxième, qui est du reste très-réduite, va jusqu'à l'extrémité de la galerie. L'air sortant de C passe devant le compartiment E entièrement dépilé, se réunit en *c* à une faible portion d'air frais, vient balayer le front des vieux travaux F, et, se joignant au courant qui sort de D, arrive au puits de sortie sans passer sur le foyer.

Cloisons et portes.

Pour faire parcourir à l'air tous ces circuits, il est évident qu'on doit employer certains moyens accessoires, dont nous allons dire quelques mots: ces moyens consistent en cloisons et en portes. Nous avons déjà parlé de ce qu'on appelle *stopping*, et nous en avons distingué plusieurs sortes suivant la place qu'ils occupent. Ces stoppings sont faits en briques, en pierres ou en charpente; leur épaisseur varie de neuf pouces à 20 yards, suivant leur importance. Les autres genres de cloison ne sont généralement pas fixes et sont destinés à forcer l'air à passer dans des branches de travaux où il n'est pas amené par de doubles galeries, notamment dans les boards en creusement, comme on en voit un exemple dans la *fig.* 13, *Pl. V*. Ces cloisons sont légères, généralement en sapin, de $\frac{1}{2}$ pouce d'épaisseur; on les fait autant que possible imperméables à l'air. Les portes employées sont comprises sous la dénomination générique de *trap doors*. Elles remplacent les cloisons dans les endroits où il est nécessaire de maintenir un passage. On distingue les *main doors*, *man doors*, *sheth doors* et *sham doors*.

Les *main doors* ou *bearing doors* (portes principales ou portantes), *fig.* 14, sont faites avec les meilleurs matériaux et ferment exactement. Elles sont fixées sur des montants en briques ou en pierres et munies d'un loquet avec un ressort. Il y en a toujours deux au moins à la suite l'une de l'autre, et leur écartement est assez grand pour qu'un convoi de wagons puisse se placer entre elles. On n'ouvre jamais la seconde qu'après la fermeture de la première. Dans les endroits importants on emploie trois portes au lieu de deux. Les *main doors* sont construites à toutes les places où il

s'agit de forcer l'air dans une étendue de travaux plus grande qu'un *sheth*, par exemple dans tout un compartiment.

Les *man doors* (portes d'homme) sont placées dans les *stoppings* pour la commodité des gens chargés de maintenir la régularité de l'aérage et servent de passage pour aller dans les endroits dangereux. Elles consistent en simples trappes ayant la forme d'un carré de 20 pouces de côté, mobiles, à charnière autour du côté supérieur : de cette façon elles se ferment d'elles-mêmes.

Les *sheth doors* sont placées dans la *head way*, à laquelle aboutit un système de *boards*, et y remplacent les *sheth stoppings*. Ces portes sont destinées au passage des ouvriers et ne sont pas tout à fait imperméables à l'air.

Enfin les *sham doors* sont destinées à arrêter seulement une portion du courant d'air. A cet effet on ne les ferme pas complétement, ou bien on y ménage des ouvertures que l'on peut, suivant le besoin, augmenter ou diminuer.

Quand une explosion vient d'avoir lieu dans une mine, on conçoit que toutes ces cloisons et toutes ces portes sont en grande partie, sinon totalement détruites ; et la première chose à faire pour reprendre les travaux, c'est de les reconstruire. On peut alors bâtir des *stoppings* provisoires à l'aide de bois de sapin mince, car on n'a jusqu'ici imaginé aucun moyen de les remplacer immédiatement lorsqu'ils ont été détruits par un accident. Il n'en est pas de même pour les portes ; M. Buddle a inventé des *swing doors* ou portes flottantes, qui ne commencent à servir

Swing doors et dam doors.

qu'au moment même où les autres viennent d'être détruites (*fig.* 15, *Pl. V*).

Cette porte est placée entre deux *main doors :* à la partie supérieure d'un cadre rectangulaire, elle est attachée à l'aide d'une charnière qui lui permet de flotter librement de part et d'autre du cadre. Elle doit être simplement d'un poids suffisant pour résister au mouvement de l'air dans les circonstances ordinaires, parce qu'un enfant doit pouvoir la soulever. Les meilleurs matériaux à employer sont les planches de sapin d'un pouce ou d'un pouce et demi d'épaisseur, et on doit la charger modérément à sa partie inférieure. On peut la doubler de face et sur les côtés avec du cuir doux. Le cadre doit être placé dans des retraits pratiqués dans le toit, le mur et les parois de la galerie. Dans le travail ordinaire de la mine cette porte est logée dans une cavité pratiquée au toit et maintenue dans cette position, soit à l'aide d'une petite poutrelle, soit à l'aide d'un crochet muni d'un appendice qui, frappé par un courant d'air violent, permettrait à la porte de tomber. Si une explosion renverse les *main doors*, elle mettra nécessairement en liberté la porte flottante, et celle-ci, maintenant la direction des principaux courants d'air, leur permettra d'enlever les gaz nuisibles. Si une deuxième explosion a lieu, la porte se balancera simplement autour de sa charnière; enfin, au cas où un ouvrier cherchant à se sauver par la galerie qui la contient viendrait à la rencontrer, il la soulèverait facilement. Les *dam doors* sont tout à fait semblables aux *swing doors*; seulement elles ne flottent pas et viennent s'appliquer exactement

contre le cadre, de manière à pouvoir isoler complétement une portion de la mine.

Établissement, surveillance et service de la ventilation.

C'est toujours le *viewer* ou directeur de la mine qui détermine le chemin à suivre par le courant d'air et les changements qu'il peut être nécessaire d'y apporter. L'*underviewer*, et au-dessous de lui, l'*overman*, font exécuter les travaux nécessaires pour arriver au but proposé. Le dernier, qui reste constamment dans la mine, doit veiller à chaque instant au maintien d'une bonne ventilation, observer tous les signes qui annoncent des dérangements et y faire porter remède. Toutefois le service de l'aérage est spécialement confié à une classe particulière d'ouvriers supérieurs qu'on appelle *wastemen*. Leur devoir est de parcourir constamment les vieux travaux (waste), ou plutôt les galeries actuellement hors d'exploitation, de les débarrasser de tout ce qui peut entraver le courant d'air, tel que les éboulements du toit, d'observer, s'il y a lieu, où et comment l'air devient inflammable, etc. Ils restent dans la mine pendant toute la durée d'un poste de 12 heures et sont payés 3 shillings (3 fr. 75) par jour.

Les portes qui interceptent en plusieurs endroits les galeries de roulage sont ouvertes et fermées par les *trappers*. Ceux-ci sont des vieillards ou des enfants de 8 à 14 ans. Ils sont payés 10 pence (1 fr.) par poste de 12 heures. Nous avons déjà parlé du *fireman*.

Exemple de ventilation à la mine de Wall's end.

Le plan de la mine de Wall's end, donné *fig.* 1, se rapporte à l'état où se trouvait l'exploitation de la couche dite *Bensham seam* lors de la terrible explosion qui eut lieu en 1835. A et B sont les puits par lesquels l'air remonte, C, D et G ceux par lesquels il descend; le dernier est par-

tagé en deux compartiments. Il est facile de reconnaître dans ce plan le système du pannel work, bien qu'il ne soit pas aussi régulier qu'on pourrait le croire. Les trois derniers puits servent à l'extraction et à l'épuisement; les galeries principales qui y aboutissent sont sensiblement dirigées de l'est à l'ouest ; perpendiculairement à celles ci sont disposés cinq systèmes principaux de *Head ways*, de part et d'autre desquels sont ouverts les différents compartiments. Il y en a d'autres qui se rattachent à une des galeries dirigées de l'est à l'ouest: ce sont ceux qui sont situés le plus au sud; ils s'étendent sous la rivière Tyne, aux bords de laquelle est située la mine de Wall's end. Cette mine, la plus célèbre des environs de Newcastle, est placée sous la surveillance immédiate de M. Buddle, qui demeure sur la rive gauche de la Tyne, vis-à-vis des deux puits A et B, et à l'extrémité même du mur construit par les Romains pour servir de rempart contre les invasions des Pictes.

On a couvert de hachures les parties qui ont déjà été dépilées. Celles qui ne contiennent plus du tout de charbon sont complétement séparées du reste de la mine par un barrage en charpente de deux pieds d'épaisseur; les joints sont garnis d'étoupes et le tout est recouvert d'une couche de ciment. Dans un de ces compartiments, nous avons vu, adapté à une cloison, un robinet communiquant avec l'intérieur et servant à connaître l'abondance du gaz dans les vieux travaux. Ce gaz est conduit à la surface par un tuyau en fonte de 4 pouces de diamètre, qui grimpe le long des parois du puits et s'élève jusqu'à 30 pieds au-dessus du sol; à sa sortie dans l'air le gaz est enflammé.

L'intensité de cette flamme donne une approximation de la quantité de gaz dégagée.

A l'époque à laquelle se rapporte notre plan, on enlevait les piliers dans les compartiments A et B, et c'étaient les deux points où l'aérage avait besoin d'être le plus actif. Voici comment il se faisait. Un premier courant descendait par le puits G, se dirigeait vers l'ouest, et, retournant du côté du puits, passait dans la galerie principale située à l'est de celui-ci. Il se partageait en deux parties ; la première entrait dans le compartiment A et n'y parcourait que les galeries orientales, qui ne contenaient pas de gaz ; elle passait ensuite dans T, en sortait pour descendre au sud jusqu'à une galerie de retour où sa marche est toujours indiquée par les mêmes flèches, et arrivait au puits B, dont elle servait à alimenter le foyer. La deuxième partie entrait dans les compartiments E et G, dont elle ne traversait que les galeries occidentales, remontait au nord par les compartiments S, U et V, entrait en A, où elle léchait le front des tailles où l'on dépilait et se chargeait de gaz inflammable. Cet air impur passait ensuite dans Q, suivait la marche indiquée par les flèches de cette forme ➝, pour se rendre dans les compartiments X et Y, d'où il se rendait enfin dans le puits B à travers le *dumb furnace*, attendu qu'il était impropre à alimenter la combustion du foyer.

Le deuxième courant, descendu par le puits G, se dirigeait à l'est et se partageait également en deux parties : la première entrait dans le compartiment C, où elle se dirigeait d'abord à l'ouest, passait ensuite dans D, revenait dans le compartiment précédent et se rendait dans la galerie de

retour qui lui était commune avec la deuxième partie du même courant. Celle-ci servait uniquement à aérer le compartiment B; les galeries se relevaient un peu vers l'est, et cette circonstance rendait plus difficile l'enlèvement du gaz qui s'accumulait dans le dépilage. L'air sortait vicié de B et allait rejoindre la première partie dans une galerie de retour qui est la plus méridionale de toutes celles indiquées sur le plan. Ce courant balayait les faces de tous les vieux travaux communiquant avec cette galerie et venait se décharger dans le *dumb furnace* du puits B.

Enfin un dernier courant arrivait dans la mine par le puits D, parcourait les galeries orientales des compartiments G et E, aboutissait tout à fait au nord de la mine dans une galerie dirigée de l'est à l'ouest, rencontrait à l'extrémité de cette galerie un autre courant par-dessus lequel il passait à l'aide d'un *crossing* embrassant tout l'espace compris entre deux galeries, puis descendait au sud, où il venait alimenter le foyer du puits A.

Il est facile de suivre chacun de ces courants sur notre plan; nous remarquerons seulement que, dans chaque compartiment, nous n'avons indiqué que la marche générale du courant, et qu'on forçait celui-ci à parcourir tous les travaux par la méthode précédemment décrite et nommée *coursing the air*. Nous avons cru aussi inutile de marquer tous les *stoppings* et toutes les portes employées; il est facile d'y suppléer.

Dans cet exemple il y a, comme on voit, six courants distincts servant à aérer la mine; et la plus grande division que subisse un de ces courants est une division triple. A la mine de *Piercy main*, un courant descendant par un seul puits

Mines de Piercy main et Killingworth.

est divisé en 8 parties; celles-ci viennent toutes se rendre dans le même puits de sortie à l'aide de quatre galeries de retour appelées en anglais *furnace drift*. On fait passer sur le foyer un ou plusieurs des courants, suivant leur pureté et suivant l'activité qu'il faut donner à la ventilation.

A Killingworth, il y a, comme nous l'avons déjà vu, deux fourneaux au même puits de sortie de l'air. Dans cette mine, un tuyau prend le gaz inflammable dans de vieux travaux et le mène directement dans la galerie de retour (gaz pipe). Ce tuyau est amené dans le voisinage du puits d'entrée de l'air, où l'on n'a jamais à craindre aucun dégagement de gaz inflammable, et il est muni de petits conduits à robinet placés perpendiculairement à sa direction. On allume le gaz qui sort par ces conduits quand le robinet est ouvert, et l'on obtient ainsi une grande clarté au bas du puits et dans les parties voisines de la galerie de roulage. Éclairage au gaz.

La vitesse du courant d'air dans les mines du nord de l'Angleterre est moyennement de 2 pieds à 2 ½ pieds par seconde. Il y a certainement des endroits où elle dépasse cette limite, mais on regarde comme dangereux un courant qui parcourt plus de trois pieds par seconde, parce qu'il est capable de faire passer la flamme des lampes de Davy à travers la gaze métallique. Pour mesurer cette vitesse on emploie deux moyens. L'un consiste à placer une chandelle de grosseur déterminée dans une section traversée par le principal courant d'air. La grandeur de la section pour laquelle la chandelle s'éteint ne donne pas, il est vrai, la vitesse absolue du courant, mais fait connaître si cette vitesse est supérieure ou inférieure à la vitesse normale qui convient à la mine. Vitesse du courant d'air.

M. Buddle affirme que, dans une section de 30 pieds carrés, une chandelle de 45 à la livre serait très-vite éteinte à la vitesse de 4 pieds par seconde. L'autre moyen, qui paraît préférable à celui-ci, consiste à choisir dans la galerie traversée par le courant principal un espace bien dégagé et d'une section sensiblement uniforme, sur une longueur déterminée que l'on marque sur les parois par deux traits. On observe alors le temps nécessaire pour parcourir cette longueur avec une vitesse telle que la chandelle exposée librement au courant d'air présente toujours une flamme verticale. On prend la moyenne de trois observations, et on obtient ainsi assez exactement la vitesse du courant.

Le chemin à parcourir par un même courant d'air présente quelquefois un développement de 30 milles anglais (48 kilom.) de longueur, et très-souvent ce courant ne remonte à la surface que 12 heures après être descendu.

La quantité d'air introduite par minute dépend nécessairement de l'étendue de la mine; MM. Wood et Buddle l'évaluent à 2,000 ou 3,000 pieds cubes par minute. Au moment de l'accident qui arriva en 1835 à la mine de *Wall's end*, il descendait par les trois puits C, D et G, plus de 5,000 pieds cubes d'air par minute. Par le tuyau qui, dans la même mine, conduit à la surface du sol le gaz dégagé dans les vieux travaux, il sort moyennement deux pieds cubiques par seconde pour une étendue de 5 acres (2 hectares). On estime que l'air contenant $\frac{1}{30}$ de gaz peut passer sur le foyer, mais qu'on obtient encore un courant d'air suffisant pour un bon aérage en s'arrangeant de manière à avoir 15 parties d'air pour une de gaz.

§ 4. *Éclairage des mines.*

L'usage des chandelles est beaucoup plus commun à Newcastle qu'on ne serait porté à le croire d'après la quantité de gaz qui se dégage constamment dans certaines parties. On emploie des chandelles qui sont moyennement de 45 à la livre, quelquefois 30 ou 40. Elles ont une mèche de coton, et sont faites avec du suif de bœuf ou de mouton. En général, les directeurs de mines préfèrent, lorsque cela est possible, forcer les ouvriers à employer les chandelles; ils croient en tirer plus de sécurité, parce que la crainte continuelle du danger fait naître beaucoup plus de soins et de précautions. Il y a, du reste, certains caractères de la flamme auxquels on reconnaît la pureté de l'air. Des essais fréquemment répétés sont faits par les *overmen*. Voici en quoi ils consistent : On fait couler tout le suif liquide, et on coupe la mèche très-court, en ayant soin d'enlever toutes les impuretés qu'elle renferme, de manière à rendre la flamme aussi claire que possible. La chandelle ainsi préparée est tenue entre les doigts et le pouce d'une main, et la paume de l'autre main est placée entre l'œil de l'observateur et la flamme, de manière à ne laisser apercevoir que le sommet de celle-ci. On commence ordinairement l'observation au mur de la couche, et on s'élève successivement. La première indication de la présence du gaz inflammable est une légère teinte bleue ou d'un gris bleuâtre partant du sommet de la flamme ordinaire et se prolongeant en pointe assez allongée. La grandeur de cette pointe et l'intensité du bleu augmentent, jusqu'à ce qu'on atteigne

Usage des chandelles.

Comment on reconnaît la pureté de l'air.

le degré de combustion. Ces indications varient avec le chemin que le courant d'air a parcouru avant de se mêler au gaz; aussi la même apparence qui indiquerait du danger dans un courant n'ayant parcouru qu'un mille, pourrait être fort innocente après 5 ou 6 milles. L'habitude permet seule d'apprécier à leur juste valeur les observations ainsi faites.

Steel mill. Quand on a reconnu le danger des lumières nues, il fallut s'éclairer par un autre moyen. Avant l'invention de la lampe de sûreté, on employait ce qu'on appelle un *steel mill* (moulin d'acier). Celui-ci consistait simplement en une roue d'acier à laquelle on imprimait un mouvement rapide de rotation à l'aide d'une manivelle et de deux roues d'engrenage. Le tout est supporté par un cadre en fonte, et l'appareil est suspendu par une courroie au cou de la personne qui fait jouer le *mill*. En appliquant un silex contre la roue d'acier on produisait des étincelles destinées à éclairer le mineur. Mais la confiance qu'on avait en cet instrument s'évanouit complétement quand on eut reconnu qu'il était capable d'enflammer le grisou. Toutefois, ce phénomène n'avait lieu qu'en employant le *mill* à l'endroit même où le gaz se dégageait, et la présence de celui-ci était indiquée par la couleur des étincelles. Dans l'air pur, elles sont brillantes et d'une teinte rouge; dans l'air inflammable, elles sont plus lumineuses et bleuâtres; quand il y a un grand excès d'air inflammable, elles prennent une teinte d'un rouge de sang et finissent par disparaître complétement,

Lampe de Davy. Sa discipline. L'invention de la lampe de Davy vint ranimer le courage abattu des mineurs; il est inutile de dire ici en quoi elle consiste et sur quel prin-

cipe elle est fondée, mais nous ne croyons pas hors de propos de donner quelques détails sur son emploi dans les mines du nord de l'Angleterre. Le premier soin que prend un directeur de mines lorsqu'il s'approvisionne de lampes est de vérifier ou faire vérifier si la gaze métallique remplit bien toutes les conditions voulues, s'il y a un nombre suffisant de fils dans une surface déterminée, et si les interstices sont bien réguliers. Les mêmes précautions sont prises quand une lampe vient d'être réparée. Une discipline sévère est établie sous terre parmi les ouvriers qui emploient ce mode d'éclairage. Il y a dans la mine un homme qu'on appelle *Davy man* ou *Davy keeper*, aux appointements de 18 shillings par semaine, qui est spécialement chargé du service des lampes. A la fin d'un poste, chaque ouvrier qui remonte au jour apporte la sienne dans la chambre où se tient le *Davy man*; celui ci détache le réservoir et rend à chaque homme l'enveloppe métallique pour qu'il la nettoie chez lui. Quant au gardien, il se charge de renouveler l'huile et les mèches, et le lendemain, quand chaque ouvrier descend dans la mine et apporte sa gâze, il examine avec soin si elle est en bon état, la réunit au réservoir correspondant, et donne à chaque homme sa lampe tout allumée et fermée. Après avoir fait sa distribution, le *Davy keeper* reste dans son magasin, où il n'a d'autre occupation que de soigner et rallumer les lampes rapportées par deux ou trois enfants appelés *Davy boys*; ceux-ci se promènent constamment avec plusieurs lampes allumées et en fournissent aux ouvriers qui, par une cause quelconque, se trouvent privés de lumière. Il est expressément défendu d'ouvrir sa lampe dans

une portion quelconque de la mine autre que la chambre du *Davy man*, et des hommes qui avaient fait infraction à cette règle ont été menés devant les magistrats et condamnés à des peines assez graves.

Le nombre des lampes de sûreté employées dans le district de Newcastle est considérable. Dans les mines dirigées par M. Buddle, il y en a de 1,000 à 1,500 pour l'usage journalier; on en compte près de 900 dans les seules mines du marquis de Londonderry. Enfin il y a des mines où l'on ne peut employer d'autre lumière; les ouvriers sont alors tellement intéressés à la bonne discipline des lampes, qu'ils sont eux-mêmes chargés de les soigner entièrement.

Perfectionnements apportés à la lampe de sûreté.

Tout le monde sait, et sir Humphry Davy lui-même avait reconnu, qu'il y a certains cas où sa lampe n'est plus efficace. Néanmoins, en 1835, M. Buddle disait que, pendant vingt ans de service, il n'était, à sa connaissance, arrivé aucun accident dû à l'emploi de la lampe de sûreté, sauf les cas où l'imprudence et l'entêtement des ouvriers les portaient à enlever la toile métallique pour obtenir plus de clarté. Cette diminution de lumière est en effet un des plus grands défauts de la lampe de Davy, et on a cherché à y remédier par plusieurs moyens. Nous ne ferons que citer ici les prétendus perfectionnements qui ont été si multipliés dans ces derniers temps, bien que nous n'en ayons vu aucun appliqué sur une grande échelle. Dans tous le principe est le même; c'est toujours sur la propriété possédée par les toiles métalliques de ne pas laisser passer la flamme, que sont fondées les diverses lampes imaginées. Nous citerons seulement: 1° les lampes d'Upton

et J. Robert, dans lesquelles la gaze métallique est entourée d'un cylindre en cristal qui s'étend sur tout ou partie de la hauteur. Ce cylindre est pressé contre la partie supérieure du réservoir par une virole en cuivre placée au sommet de la lampe; enfin l'air est amené sur la mèche par une espèce d'entonnoir renversé, après avoir traversé plusieurs toiles métalliques placées au fond du réservoir; 2° la lampe de Newman, dans laquelle un deuxième cylindre métallique est placé à $\frac{1}{4}$ de pouce du premier, et peut se lever au besoin, pour donner plus de lumière, quand l'air n'est pas trop chargé; 3° celle du docteur Clanny, qui imagina de placer autour de la gaze métallique deux ou trois écrans maintenus à la partie supérieure par de petits fils de laiton; quand l'air devient inflammable, la température de la lampe s'élève, les fils de laiton sont fondus et les écrans viennent successivement diminuer les ouvertures qui servent à l'introduction de l'air dans la lampe.

Dans l'enquête de la Chambre des communes sur les accidents dans les mines, M. Gurney proposait de supprimer complétement la lampe de sûreté et de n'employer pour toute la mine qu'un seul foyer de lumière placé à la surface ou sous terre. Ce foyer consisterait au maximum en 7 lumières, avec des réflecteurs paraboliques disposés en un cercle de trois pieds de diamètre. Pour éclairer les différentes parties de la mine, on emploierait des miroirs plans disposés sous une inclinaison convenable; des verres plans ou lenticulaires seraient placés dans les portes pour laisser passer ou concentrer en un point la lumière qu'ils recevraient. Il est difficile de concevoir l'application en grand d'un pareil système; la quantité de

Éclairage par réflexion.

poussière toujours en suspension dans les galeries ternirait facilement les verres et les surfaces polies; en outre, elle intercepterait les rayons lumineux concurremment avec les wagons, les chevaux et les hommes qui parcourent constamment les galeries. Aussi nous ne nous arrêterons pas sur les développements que l'auteur donne à son système.

§ 5. *Des accidents qui arrivent dans les mines.*

Statistique des accidents dus à diverses causes.

Les causes d'accidents sont très-variées dans les mines du nord de l'Angleterre. On peut généralement les diviser en deux classes : l'une comprendrait tous ceux qui se rapportent à la distribution de l'air dans les mines; l'autre comprendrait les accidents qu'on ne peut attribuer à l'aérage, tels que ceux qui sont dus aux inondations, aux chutes du toit, aux chutes dans le puits, etc. Le tableau suivant donnera une idée de l'influence relative de ces diverses causes.

En 1658	il a péri par inondation	un nombre inconnu.
1710	— par explosion	70 à 80 hommes.
1743	— *Id.*	17
De 1756 à 1800	— par explosion	305
	— par inondation	6
De 1800 à 1815	— par explosion	332
	— par inondation	74
	— par l'explosion d'une chaudière de locomotive	18
De 1816 à 1836	— par explosion	664
	— par inondation	3
	— par suffocation	7
	— par éboulement	6
	— par explosion d'une chaudière	12

Dans cette liste ne sont pas compris les acci-

dents ordinaires et inévitables dont l'effet, suivant M. Buddle, est au moins égal, sinon supérieur, à celui des explosions. On comprend dans cette catégorie la chute des hommes montant ou descendant dans un puits, celle de matériaux qui viennent tuer ceux qui sont au fond, les funestes résultats de l'emploi de la poudre, la rupture d'une machine quelconque, etc., etc.

Nous ne nous appesantirons un peu que sur les accidents dus aux chutes de toit, aux inondations et aux explosions.

Les chutes de toit sont comparativement rares; les plus funestes sont dues à ce phénomène géologique qu'on appelle cul de chaudron, et qui n'est autre chose qu'un fragment de la roche du toit séparé du reste de la masse par une légère couche de houille. Quand ce fragment cesse d'être soutenu, il tombe et écrase les ouvriers qui se trouvent au-dessous. On sait que ce phénomène est attribué à la formation d'un dépôt de grès ou d'argile autour d'un végétal encore vivant, jusqu'à ce qu'il soit mort, étouffé pour ainsi dire par l'accumulation toujours croissante; alors sa partie supérieure a formé une espèce de calotte charbonneuse, qui isole la portion des matières déjà déposées de celles qui s'accumulent au-dessus. **Chutes de toit.**

Les malheurs qui résultent d'une inondation subite sont bien plus fréquents et bien plus fatals. Il existe dans le nord de l'Angleterre plusieurs mines abandonnées qui ont été complétement remplies d'eau et forment des réservoirs souterrains. Le plus souvent la position de ces mines est tout à fait inconnue, ou simplement désignée par de vagues indications. Cependant, comme les ren- **Inondations.**

seignements à cet égard sont devenus un peu plus nets, on peut remarquer que, de 1815 à 1836, les événements dus à cette cause sont beaucoup moins nombreux que de 1800 à 1815. Aujourd'hui, quand on croit être dans le voisinage d'une de ces nappes souterraines, on ne pousse jamais une galerie sans la faire précéder de plusieurs trous de sonde percés çà et là sur le front des travaux.

De toutes les causes d'accidents, la plus terrible est sans contredit l'explosion de l'air inflammable contenu dans la mine; aussi nous nous y arrêterons un peu plus longtemps.

Explosions.

Nous avons déjà dit comment le gaz inflammable pouvait arriver dans les travaux d'une mine. De cette irruption peuvent résulter des accidents de divers degrés. S'il y a explosion, et qu'elle ne s'étende pas au delà du *board* où elle a pris naissance, on l'appelle un *flush* : il en résulte ordinairement peu de dommage; si elle s'étend à 2, 3 ou 4 *boards*, on l'appelle un *fire* (feu); quand ce même feu embrasse toute une division de travaux, c'est un *heavy fire* (feu grave). Il démolit ordinairement les cloisons, renverse les portes et tout ce qui se trouve sur son passage, mais il ne fait pas irruption par le puits. Quand cette dernière circonstance a lieu, on a une véritable explosion ou *blast*. Elle peut être produite par l'inflammation du gaz en un point quelconque des travaux, par son inflammation en passant sur le foyer, ou bien encore par l'étincelle électrique dans un temps d'orage. M. Buddle cite un exemple de ce phénomène qu'il a observé lui-même: le gaz fut enflammé à la surface, et l'explosion se communiqua dans l'intérieur de la mine par le puits de sortie de l'air.

Ces funestes accidents sont destructifs sous deux

points de vue différents. La combustion du gaz peut d'abord donner la mort en brûlant les victimes, ou les renversant et les projetant à des distances considérables par la violence du courant qui se produit. En second lieu, les résultats de la combustion sont des gaz irrespirables (*after damp*) qui asphyxient les malheureux échappés au *fire damp*. Les cloisons qui dirigeaient l'air sont détruites, et il est devenu impossible de faire sortir les gaz nuisibles; le premier soin à prendre après une explosion consiste donc à chercher tous les moyens de renouveler l'air contenu dans la mine. Pour donner une idée des difficultés que présente cette opération, nous ne pouvons mieux faire que de décrire ici le terrible accident arrivé en 1835 à la mine de Wall's end. Tout ce que nous allons dire est extrait d'une notice publiée par M. Buddle dans les Annales de la Société d'histoire naturelle du Northumberland.

Accident à la mine de Wall's end.

Exemple de blast.

Nous avons déjà dit plus haut dans quelles conditions se trouvait la mine de Wall's end au moment de l'explosion. M. Buddle, le directeur, était absent depuis le 15 juin et ne revint que le 18 au matin; il reçut de M. Atkinson, l'*underviewer*, un rapport favorable. Un *bag of foulness* s'était manifesté dans les districts attenants au puits G, mais une observation attentive n'avait dénoncé aucun autre dégagement de gaz inflammable. Rassuré par cette nouvelle, M. Buddle s'était éloigné pour quelques heures. C'est pendant son absence que l'explosion eut lieu; à son retour, voici ce qu'il apprend :

Vers les deux heures de l'après-midi, un des hommes employés à la surface pour détacher les bennes était occupé à enlever celles qui venaient

d'arriver au jour au sommet du puits G; il y en avait trois. A la benne inférieure il en avait déjà substitué une autre vide, et s'apprêtait à faire la même chose pour celle du milieu, quand tout à coup il entend un bruit sourd; une bouffée de vent jette dehors du puits le panier qu'il vient d'attacher à l'extrémité de la chaîne, et emporte son chapeau sur le toit de la maison de la machine. Il se recule quelques pas et voit sortir par le puits D une bouffée de fumée rougeâtre, puis tout redevient tranquille. Il appelle alors en bas du puits et ne reçoit pas de réponse; par son ordre, le machiniste essaye de faire remonter le câble, qui descend maintenant jusqu'au fond du puits, mais il résiste et paraît fixé quelque part; en appliquant tout le pouvoir de la machine, il cède enfin et on peut le ramener au jour, s'assurer qu'il n'est point endommagé, mais que la chaîne qui le termine est brisée.

On va chercher M. Atkinson, mais il demeure à $\frac{3}{4}$ de mille, et avant qu'il puisse arriver sur le lieu du désastre, M. Georges Johnson, de la mine de Willington, avait déjà fait quelques observations. Au moment de l'accident il était à $\frac{1}{4}$ de mille du puits et n'avait rien vu ni rien entendu. A 200 yards du puits il avait appris la nouvelle. Il était accouru, avait fait tirer les cordes du puits G, mais l'avait trouvé inaccessible; au puits C, il trouva que rien n'était dérangé; le *deputy overman* John Moor et Georges Watkin y descendirent dès qu'ils se furent procuré une lampe de Davy. Alors M. Johnson retourna au puits G, où il trouva l'underviewer Atkinson et l'overman Edward Comby qui avaient essayé de descendre, mais qui avaient été arrêtés à la moitié du puits;

la cloison avait été brisée et ses débris avaient complétement fermé le passage. M. Atkinson jeune, principal *overman*, se joignit à eux, et ils retournèrent au puits C. Ils descendirent, et au fond ils trouvèrent Moor et Watkin qui avaient été jusqu'en *d* pour essayer de pénétrer dans le compartiment A, où l'on savait qu'il y avait 21 ouvriers et enfants ; mais ils n'avaient pu avancer plus loin faute d'air. Les nouveaux venus allèrent jusqu'au *crossing f* sans difficulté ; il était endommagé, et la plus grande partie du courant d'air y pénétrait pour passer dans la galerie de retour ; arrivés en *d* ils furent arrêtés par l'*after damp*. La lampe de Davy était pleine de flamme, ce qui montrait que l'air avait été rapidement rechargé après l'explosion ; en conséquence, M. Atkinson décida qu'il fallait éteindre les foyers aux puits A et B. On envoya dans ce dessein une brigade de 8 hommes sous le commandement de M. Haxon, maître overman ; mais l'*after damp* les força à remonter sans avoir accompli leur projet. On résolut alors de suspendre les opérations jusqu'à ce que les feux se fussent éteints d'eux-mêmes.

Lors de l'explosion, William Elliott et Thomas Kennedy étaient aux foyers dans les puits A et B, qui ne sont séparés que par une distance de 70 yards. Ils furent alarmés par l'ébranlement de la porte située près du foyer A, quoiqu'ils ne sentissent aucune secousse ; ils vérifièrent le bon état des portes placées entre les deux puits et aperçurent bientôt l'*after damp* qui s'avançait comme une épaisse fumée. Ils résolurent alors de remonter à la surface et choisirent heureusement le puits C. Ils eurent soin d'attiser leur feu et de charger une nouvelle dose de charbon avant de

s'en aller; ils croyaient faire leur devoir. Ces précautions prises, ils commencèrent leur retraite; mais bientôt l'*after damp* les épuisa. Elliott se coucha par terre à 200 yards, et Kennedy à 110 yards du fond du puits. Anthony Hunter, un de leurs compagnons, descendit pour les chercher, et ce fut avec beaucoup de difficultés qu'il les aida à sortir.

Tels sont les renseignements que peut recueillir M. Buddle; il n'est encore que 8 heures du soir; tout le monde est épuisé et le danger toujours à craindre; on remet tout travail à 2 heures du matin. Cependant quelques hommes sont impatients de faire une tentative pour délivrer les victimes de l'accident. A 11 heures, MM. Georges Hunter, Georges Atkinson et quelques autres descendent avec la résolution de pénétrer dans le compartiment A. Après avoir réparé le *stopping f* d'une manière provisoire, ils atteignent avec difficulté la troisième galerie sud; quoique la lampe de Davy puisse brûler, il y a tant d'*after damp* qu'ils ne peuvent avancer, et ce n'est qu'à l'aide des secours amenés par M. John Forster, *viewer* de la mine de Jarrow, qu'ils peuvent sauver leur vie. On emporte M. Hunter dans un état d'insensibilité complète; M. Atkinson et d'autres sont très-malades.

A 2 heures, M. Buddle arrive au fond de la mine avec l'*underviewer* Atkinson et une troupe assez nombreuse; on avait reconstruit en briques le crossing F et plusieurs *stoppings*. Cependant ils ne peuvent aller plus loin que M. Hunter. Il faut évidemment un courant d'air plus fort pour chasser les gaz nuisibles, mais l'atmosphère n'est pas explosive dans la lampe.

On avait déjà trouvé le corps d'un *deputy overman* et trois ou quatre autres; le premier était mort par suffocation, mais n'avait pas été brûlé.

On continue de rétablir les cloisons et on fait tous les travaux nécessaires pour amener une chute d'eau dans le puits C, tandis que des ouvriers s'efforcent d'ouvrir un passage à travers les débris qui obstruent le puits G. Les recherches continuées dans le compartiment A sont fructueuses: elles amènent la découverte des 21 cadavres d'hommes et d'enfants qui y travaillaient; il y en a 9 de brûlés et 11 de suffoqués. On trouve en outre un *deputy overman* et 5 enfants qui avaient été étouffés dans leur fuite, bien loin de l'endroit où ils travaillaient.

On est enfin parvenu à faire tomber de l'eau dans la mine, et la ventilation est rétablie pour la nuit. Les *underviewers*, *overmen*, *wastemen* et ouvriers des mines voisines arrivent pleins d'ardeur, et 35 cadavres sont enlevés du compartiment E, partie sud-est des travaux du puits C.

Les portes de séparation entre les parties de la mine aérées par les puits C et G étaient enlevées; il était impossible d'arriver jusqu'à ce dernier, mais d'un autre côté les ouvriers le débarrassent avec ardeur; le fond du puits s'était en partie éboulé, mais ils se frayent un passage à travers les déblais et peuvent pénétrer dans la partie ouest de la *mothergate*. Le 20 juin, on trouva 4 ouvriers vivants, mais faibles et épuisés; ils étaient tous plus ou moins brûlés. Lorsqu'ils furent rétablis, ils donnèrent sur l'accident quelques détails qui aidèrent à en reconnaître la cause.

Les jours suivants amenèrent la découverte de nouveaux cadavres. Le mardi 23, on parvient par

le puits C au district G, où l'on en trouve 12. Le 24, on nettoie le puits D et on peut arriver au fond. Le 25, on découvre encore 4 cadavres, ce qui faisait en tout 100. Il ne manquait plus que celui d'un enfant qu'on supposa enseveli sous une chute du toit dans une galerie en *e* où il gardait une porte. On ne le retrouva que le 5 août; il était sous une épaisseur de 5 pieds de pierre.

En résumé, il y avait parmi les morts :

2 Overmen.	3 Cranemen.	Total, 101.
2 Deputy-overmen.	44 Putters, jeunes gens.	
1 Onsetter.	13 Drivers, enfants.	
6 Havers.	4 Helpers-up, *id.*	
2 Shifters.	4 Stone leaders, *id.*	
3 Trappers, vieillards.	5 Tramway clearers, *id.*	
12 *id.* enfants.		

(*Voir* pour l'explication des noms le chapitre de l'administration.)

Toute la journée du jeudi fut employée à nettoyer le bas du puits G, et à soutenir le toit qui tombait sans cesse; enfin à sortir de la mine les carcasses des chevaux qui commençaient à vicier l'air. Jusqu'au 15 juillet, on ne s'occupa plus que de rétablir les cloisons et toutes les choses dans leur état normal; le coroner fit son enquête et rendit pour verdict : mort accidentelle. Le 16, se tint une consultation des *viewers* du district bouiller de Newcastle, pour déterminer la meilleure marche à suivre pour reprendre les travaux. Le 17, M. Buddle fit des recherches pour déterminer l'endroit précis où l'explosion avait eu lieu. On supposait, d'après la position où l'on avait trouvé le corps de Wm Thompson le 20 juin au soir, qu'il avait enflammé le gaz avec sa lumière nue; on n'eut plus aucun doute à cet égard quand on eut reconnu la direction qu'avait dû suivre l'explo-

sion. Wm Thompson et Wm Johnson étaient occupés en *l* à faire sauter le toit de la galerie qui conduisait au puits A, dans le but d'obtenir une hauteur suffisante pour une galerie de roulage. Les pierres qu'ils abattaient étaient entassées dans les deux galeries du nord *ii*. L'air qui passait en *l* était assez pur pour qu'on pût employer des chandelles, mais dans les galeries *ii*, qui n'étaient ventilées que par un filet du même courant, les ouvriers étaient astreints à l'usage de la lampe. La galerie située au sud de *l* portait au *dumb furnace* du puits B l'air vicié des compartiments dépilés, et était séparée de la première par un mur de 12 yards d'épaisseur. Ce mur était percé de galeries transversales garnies de *stoppings*. En K, il y avait un double stopping avec une paire de portes pour la commodité des *wastemen*. Ces portes sont à 40 yards à l'est de la place où travaillaient les deux ouvriers, et depuis quelque temps on ne les fermait plus à la clef, parce qu'elles étaient complétement en dehors des travaux ordinaires. Le corps de Thompson fut trouvé juste à l'entrée du *stenting* K, et le fond de sa lampe était deux yards plus près de la porte pratiquée dans le stopping, tandis que la toile métallique était pendue à un clou en *l*. Son corps était horriblement brûlé; mais celui de Wm Johnson était un peu plus rapproché du puits, dans une attitude rampante, sans brûlure, ni sans aucune marque de violence : il était mort de suffocation sans beaucoup souffrir, car il tenait sa lampe dans sa main.

On ne sait pourquoi William Thompson s'est approché de la porte placée dans le stenting K. Les ouvriers qui travaillent dans le roc ont l'habitude d'employer la retraite formée par un *stop-*

ping ou par une double paire de portes dans un *stenting*, pour serrer leurs habits, outils et provisions. Quelquefois ils se servent dans le même but de l'espace compris entre les deux portes; il est probable que c'était là le motif qui amenait Thompson en K. Quoi qu'il en soit, il est certain que l'inflammation partit de ce point et se communiqua au gaz des compartiments dépilés L et M. Deux ouvriers qui survécurent entendirent que le bruit venait de l'ouest, et on reconnut la direction du coup le long des supports et du charbon, dans les galeries qui longeaient ces mêmes compartiments; car ils étaient brûlés du côté tourné vers l'endroit où l'explosion prit naissance, et tout à fait intacts de l'autre côté. Il est probable que le feu se sera communiqué à des réservoirs partiels de gaz mis à nu par les éboulements du toit dans les galeries principales auxquelles se rattachent les districts S, T et U; mais il n'est point arrivé dans le compartiment Q, où l'on dépilait, sans quoi le gaz des vieux travaux P et R se serait allumé, et une explosion terrible aurait eu lieu au puits C.

Le 19 août, les mesures adoptées pour rétablir la ventilation furent complétées, mais l'air n'était pas encore parvenu au delà du point d'explosion, et il était explosif au sommet du puits B. Pour le chasser, on n'eut d'autre moyen que de raccourcir le chemin suivi par le courant descendant du puits C, de manière que la chute d'eau qui avait lieu dans ce puits fût capable de forcer l'air jusque dans le puits de sortie. On y réussit, et, le 26 août au matin, on put allumer les deux foyers sans accident. Il était important que tous les deux le fussent en même temps; on parvint aisément à ce résultat en chargeant les grilles de bois sec,

de cordes goudronnées et de charbon, puis y faisant aboutir des mèches capables de brûler 27 minutes. Deux ouvriers les allumèrent et eurent le temps de remonter avant que la fumée sortît au haut du puits. Deux heures après, on rechargeait du charbon frais. La mine fut enfin rendue à l'exploitation le 2 septembre.

L'explosion dont nous venons de parler était simplement due à l'imprudence d'un ouvrier, et elle pouvait ne pas avoir lieu ; malheureusement il n'en est pas toujours ainsi, et la cause de l'accident est tout à fait indépendante de ceux qui en sont les victimes. C'est ce qui eut lieu à la mine de Jarrow : un ouvrier était occupé à creuser une galerie quand tout à coup un dégagement abondant de gaz eut lieu ; il s'alluma à la lumière qu'il rencontra et il en résulta une explosion. Quand on put parvenir à la place où elle avait pris naissance, on observa sur le front de la galerie l'apparence représentée *fig.* 16, 17 et 18, *Pl. V.* Un bloc de charbon dont les dimensions étaient de 9 pieds de long sur 5 de haut et 4 d'épaisseur paraissait avoir été poussé en avant avec une grande violence; au toit et sur l'un des côtés on observait une fissure de 9 à 12 pouces de large. On en conclut que le gaz était par derrière, dans un état de forte compression, et qu'il avait fait sauter le bloc qui le maintenait, quand celui-ci n'avait plus offert une résistance suffisante.

Accident à la mine de Jarrow le 3 août 1830.

C'est en A (*fig.* 19) qu'eut lieu l'accident; il étendit ses ravages assez loin, et il y eut beaucoup d'ouvriers tués. M. John Martin remarqua la position des cadavres et celle des portes ou cloisons renversées; il trouva que le plus grand nombre étaient dans les endroits où le courant d'air ne

passait pas directement : il en conclut que le feu avait été plus violent dans ces diverses places, qui sont indiquées sur le plan par des hachures. Cela le conduisit à imaginer un système d'exploitation et d'aérage différent de celui qui est maintenant en usage ; nous allons en dire quelques mots.

Système d'exploitation et d'aérage de M. John Martin.

L'allure de la couche étant connue, on creuse un puits A (*fig.* 20, *Pl. V*) qui doit aboutir au point le plus bas des travaux, et un autre B, situé à l'extrémité opposée de la mine ; on rejoint ces deux puits par quatre galeries à angles droits, deux d'entre elles, AC et AC', suivant les limites inférieures du champ d'exploitation. Chacune de ces galeries a 15 pieds de large et est partagée par un mur en brique en deux compartiments, l'un de 12 pieds, servant au roulage et à l'entrée de l'air, l'autre de trois pieds, servant au retour d'air tant que les galeries ne sont pas terminées, mais recevant ensuite une autre destination (*fig.* 21). Quand on a fini ces travaux préparatoires, on enlève toujours le charbon par piliers et par galeries, et en procédant comme le montre la *fig.* 20 ; il faut toujours s'arranger de manière à ne pas abattre une rangée de piliers avant qu'il y en ait une autre préparée ; sans cette précaution, les éboulements du toit auraient lieu trop près des galeries de roulage, et le service ne pourrait se faire. On laisse de distance en distance de véritables murs de charbon M, pour séparer les vieux travaux du reste de la mine ; enfin, quand les travaux sont terminés, on laisse un dernier mur de charbon F entre les deux puits. L'aérage est très-simple ; le chemin parcouru par l'air est court comparativement au procédé ordinaire, et l'on n'a plus à faire la dépense de cloisons et de portes

si nombreuses dans celui-ci. Le courant d'air est produit, non plus par un foyer, mais par un ventilateur à force centrifuge placé à la surface, non pas au sommet du puits, mais à celui d'une maison imperméable à l'air, munie d'ouvertures convenables pour laisser passer les câbles, et d'une double porte qui permet d'y entrer ou d'en sortir sans la faire communiquer avec l'air extérieur (*fig.* 22, *Pl. V*). L'éclairage est en grande partie produit par des lumières fixes N, placées au centre des travaux et transmises aux différentes galeries par des réflecteurs disposés convenablement. Enfin les vieux travaux sont directement aérés au moyen des petits compartiments ménagés dans les galeries principales de roulage.

La principale objection qu'on peut faire à cette méthode consiste dans la longueur du temps qui s'écoulerait avant qu'on puisse tirer profit de la mine. On calcule en effet que, pour creuser les quatre galeries rectangulaires, et en supposant 4 hommes dans chacune avançant de 4 yards par jour, il faudrait pour une mine d'un mille carré un an, 4 mois et 11 jours, en ne comptant pas les dimanches et les jours de fête. M. John Martin propose bien de faire des travaux au centre concurremment avec ceux des galeries principales, mais alors il retombe dans l'inconvénient qu'il cherche à éviter.

Masque de Robert.

Nous avons vu combien il était difficile de pénétrer dans une mine après une explosion : M. Robert, le même qui modifia la lampe de Davy, a imaginé un appareil qui permet de s'aventurer sans danger au milieu de l'after damp; il consiste en un masque qu'on se place sur la figure de manière à la priver de tout contact avec

l'air extérieur; à la bouche de ce masque aboutissent deux tuyaux munis de soupape : l'un sert à expirer l'air sortant des poumons; l'autre aboutit à une boîte contenant une dissolution de chaux ou de toute autre substance propre à purifier l'air au milieu duquel on veut pénétrer. Cet appareil ne nous a pas paru d'un grand usage dans les mines de Newcastle; il semble cependant qu'il doit être assez efficace.

Incendies partiels.

Les explosions sont quelquefois suivies d'incendies. Ceux-ci peuvent encore prendre naissance par d'autres causes, telles que la combustion du grisou, la décomposition des pyrites ou l'imprudence d'un ouvrier. Quand le feu remplit une grande étendue de la mine, il n'y a que deux moyens de l'éteindre, inonder la partie incendiée ou la séparer complétement du reste des travaux. Le premier procédé n'est pas toujours praticable; le deuxième a été employé plusieurs fois avec avantage. Les *dam doors* sont spécialement propres à produire cet isolement, et on les a employés avec avantage à White-Haven pour éteindre un incendie qui s'était déclaré à la suite d'une explosion.

Quand le gaz qui se dégage au front d'une galerie n'est pas mêlé avec l'air en proportion convenable, au lieu de faire explosion, il peut s'enflammer et brûler tranquillement pendant un temps plus ou moins long suivant la quantité qui se dégage. Pour éteindre ce feu les ouvriers emploient ordinairement des toiles mouillées avec lesquelles ils couvrent la partie allumée; on a remarqué qu'un choc violent dans l'air pouvait enlever complétement la flamme; on cite un exemple où l'on se rendit maître du feu en faisant un

trou dans le voisinage, le chargeant de poudre et l'allumant. L'explosion produisit un courant de gaz qui remit le front de taille dans son état ordinaire.

V.

DE L'ÉPUISEMENT DES EAUX.

Les houillères des environs de Newcastle contiennent, à proprement parler, fort peu d'eau. Il y a des mines qui sont entièrement sèches, et lorsque le cuvelage a complétement intercepté les suintements des couches supérieures, il n'y a plus à extraire que le produit de celles qui sont immédiatement au-dessus de la houille. Il est probable que les couches d'argile et les nombreux *dykes* du terrain jouent un grand rôle dans cet assèchement des mines.

Les eaux qui se rassemblent sur le mur de la couche exploitée sont en général corrosives; nous avons vu des outils de mineur qui étaient restés longtemps au fond d'un puits à la mine de *Piercy-main* : ils étaient fortement attaqués; les fibres du fer étaient complétement mises à nu, et l'apparence était celle qu'on observe dans la cassure qui caractérise le fer nerveux; mais les extrémités n'avaient pas changé d'aspect; elles étaient simplement rouillées; ce dernier phénomène s'explique très-bien, si l'on observe qu'elles étaient aciérées. Les eaux contiennent du sulfate de fer provenant de la décomposition des pyrites; ce sulfate se transforme en sous-sel et en sel acide par lequel le fer est attaqué bien plus facilement que l'acier. Nature des eaux.

Les eaux sont rassemblées dans des rigoles dont l'entretien est confié aux wastemen, et amenées Réservoirs pour l'eau.

dans des réservoirs d'une capacité suffisante pour contenir toutes celles produites dans la mine pendant qu'on fait subir quelques réparations aux pompes. Souvent ce réservoir consiste simplement dans le prolongement du puits qu'on approfondit de 5 ou 6 fathoms au-dessous du niveau de la couche.

Épuisement par tonnes en tôle.

Lorsque le travail des pompes est suspendu, ou lorsque l'affluence des eaux n'est pas assez grande pour nécessiter l'établissement de pompes d'épuisement, on emploie des tonnes de forme ordinaire; elles sont en tôle très-forte, et de dimensions variables. Nous en avons vu qui avaient $1^{m},50$ de haut et 1^{m} de diamètre maximum. Ces tonnes sont descendues dans le puits tout à fait comme les bennes d'extraction; quand elles remontent à la surface on les vide de plusieurs manières : les unes sont complétement fixées à leur anse et munies au fond de clapets à deux valves ou de soupapes à coquille. Une tige qui vient buter contre le fond du conduit par lequel l'eau doit s'écouler, ouvre ces soupapes, quand la tonne élevée un peu au-dessus de la surface est ramenée au niveau de celle-ci. Les autres peuvent tourner autour d'un axe horizontal passant à peu près par leur centre de gravité et prendre telle inclinaison que l'on veut, sur le plan de l'anse; celui-ci restant toujours vertical, lorsque la tonne est arrivée à la surface, on peut la faire basculer pour la vider complétement. On la fixe ensuite à l'anse par diverses dispositions; tantôt un verrou placé normalement au bord supérieur de la tonne pénètre dans une ouverture pratiquée dans l'anse à un niveau convenable; tantôt sur le prolongement de l'axe de la tonne se meut un quart de cercle d'un rayon un peu plus grand

que l'anse, et qui, placé perpendiculairement à celle-ci, vient s'engager dans un arrêt adapté au bord supérieur de la tonne. On conçoit du reste que ces moyens peuvent varier à l'infini.

On a souvent recours à l'épuisement par tonnes dans les puits en creusement, mais quand l'eau est trop abondante on est forcé d'employer des pompes. Pour éviter un surcroît de dépense, on fait le plus souvent usage des pompes en fonte qui seront plus tard fixées dans le puits : on les suspend avec des cordes et on les élève ou on les abaisse à l'aide de cabestans placés à la surface; les câbles ne sont pas attachés directement aux pompes, mais à des tiges en sapin de 6 à 7 pouces d'équarrissage placés de chaque côté de la colonne de tuyaux. Une moufle est adaptée à la partie supérieure de chacune des deux séries de tiges, et le tuyau inférieur est muni de deux ailes dans lesquelles sont fixées, à l'aide de boulons, les barres de fer qui terminent les supports en sapin. La colonne de tuyaux se termine toujours par un conduit en bois auquel s'adapte un autre en cuir (*fig.* 8, *Pl. VI*); on peut alors abaisser la pompe d'une quantité notable, sans faire aucun changement. Une série de tuyaux de 16 à 18 pouces de diamètre et de 50 fathoms de longueur peut ainsi être suspendue, mais ordinairement on place une première citerne à 30 fathoms de profondeur et on n'a plus à suspendre que la colonne située au-dessous. Les pompes sont aspirantes et la soupape élève l'eau dans le mouvement ascensionnel des tiges.

Épuisement dans les puits en creusement.

Les machines d'épuisement du nord de l'Angleterre sont bien loin de cette perfection qu'on observe dans le Cornouailles. On peut attribuer ce fait à deux causes : 1° la quantité d'eau à

Épuisement dans les mines en pleine activité

extraire est beaucoup moins considérable ; 2° le combustible ne coûtant rien du tout, on ne cherche nullement à l'économiser. Il est bon de remarquer, en outre, que ces machines sont fort anciennes ; elles datent généralement de l'ouverture de la mine, et à mesure que les travaux se sont agrandis, on a rarement eu besoin de les remplacer ; il y a cependant quelques nouvelles machines que l'on distingue parmi celles qui les entourent.

Pompes employées. Leur disposition.

Nous parlerons d'abord des pompes : elles sont en général aspirantes et à piston muni de soupapes ; les pompes à plongeur sont assez rares ; nous en avons cependant vu quelques exemples. Ainsi à la mine d'*Elswick*, on a creusé un puits qui ne sert qu'à l'épuisement. Sa profondeur est de 70 fathoms ; la galerie d'écoulement se trouve à 17 fathoms au-dessous de la surface. Il n'y a dans le puits que deux pompes, l'une aspirante et l'autre foulante à piston plein ; la course du piston est de 7 pieds. La maîtresse tige n'a qu'un pied carré à la partie supérieure ; elle s'attache au balancier, comme on le voit dans la *fig.* 9, *Pl. VI*. Elle descend directement dans les tuyaux de la pompe inférieure, tandis que la pompe à plongeur est mise en mouvement par une tige spéciale qui s'adapte à la première de la manière ordinaire. Le diamètre des tuyaux est de 16 pouces ; la machine a une force de 50 chevaux ; le diamètre du corps de pompe est de 31 pouces ; la vapeur est fournie par trois chaudières en tôle de 5 mètres de long et 2 mètres de diamètre ; sa pression est peu supérieure à celle de l'atmosphère ; le mouvement du piston est réglé par une cataracte. Il y a ordinairement 7 coups à la

minute, et on extrait moyennement 60 gallons (270 litres) d'eau par minute. Une pompe mise en mouvement par une tige attachée directement au balancier élève une portion de l'eau jusqu'au sommet de la maison de la machine. Elle y est recueillie dans un réservoir, et sert à la condensation.

Dans l'exemple que nous venons de donner, nous avons parlé d'une maîtresse tige; toutefois cette disposition n'est pas généralement adoptée dans les mines de Newcastle. Le plus souvent les tiges destinées à mettre en mouvement les différents étages de pompes sont séparées à partir du sommet du puits. Nous ne croyons pouvoir mieux faire que de donner des exemples se rapportant à différentes mines.

Disposition des tiges.

A Killingworth, un puits est partagé en trois compartiments, dont deux servent à l'extraction et le troisième à l'épuisement. Il y a trois pompes aspirantes de 18 pouces de diamètre; la course du piston est de 6 pieds, la quantité d'eau extraite par minute, de 400 gallons (1.800 litres).

La machine est de la force de 80 chevaux. La course du piston est de 9 pieds; le mouvement est transmis aux tiges par l'intermédiaire d'un balancier en bois (*fig.* 10 et 11, *Pl. VI*). Il est formé de deux pièces de bois juxtaposées, ayant chacune 1 ½ pied d'équarrissage. Elles sont portées par un axe en fer, qui repose lui-même sur deux coussinets en fonte; enfin, elles sont renforcées par trois poutres disposées à peu près suivant les rayons d'un même cercle, et reliées entre elles par de fortes barres de fer. La manière dont sont attachées les tiges des pompes est assez remarquable : une petite poutre d'un pied d'équarris-

sage est placée à l'extrémité du balancier dans une direction perpendiculaire à sa longueur; elle supporte, à l'aide de 4 boulons taraudés et maintenus par des écrous, et 2 fortes barres de fer plat, un étrier qui embrasse l'axe horizontal, autour duquel sont suspendues les tiges des pompes, comme l'ndique la figure. Ce même axe est maintenu par deux forts anneaux en fer adaptés à l'extrémité des deux dernières barres qui servent à relier au balancier principal une des poutres auxiliaires.

Les trois tiges de pompe sont réunies à la partie supérieure, mais elles se séparent rapidement, et n'ont plus que 8 pouces d'équarrissage.

Dans un grand nombre de mines, le balancier est encore en bois, mais consiste simplement en une poutre horizontale, terminée par un arc de cercle, dont le centre coïncide avec l'arc autour duquel oscille le balancier. Cet arc est en bois ou en fonte, et maintenu par deux pièces de bois arc-boutées sur la poutre horizontale. Au sommet est attachée une chaîne de la forme et des dimensions représentées (*fig.* 12 et 13, *Pl. VI*). Elle supporte toutes les tiges des pompes. Nous avons observé une disposition assez singulière, mais du reste très-vicieuse. Un balancier de cette forme, auquel le mouvement est directement imprimé par le piston de la machine, supporte d'abord les tiges de trois étages de pompes, et de plus, à l'aide d'une chaîne attachée au sommet de ces tiges, agit sur un second balancier plus petit qui fait avec lui un angle assez obtus; ce second balancier fait marcher une pompe unique située dans un puits différent du premier.

Machine d'épuisement à Piercy Main. Il nous serait facile de multiplier les exemples, mais ils n'offrent rien de remarquable, et nous

nous bornerons à décrire complétement la disposition des pompes et des tiges à la mine de *Piercy-main*, où est établie la plus forte machine d'épuisement des bords de la Tyne. Pour l'intelligence de ce qui va suivre, il faut se reporter aux *fig.* 1 et 2, *Pl. VI*. La première représente la coupe de la partie supérieure du puits appelé *Howden Engine Pit*. Ce puits est partagé en trois compartiments, comme on peut le voir dans la section horizontale (*fig.* 3). Pour rendre la coupe verticale plus claire, nous avons supprimé les cloisons; nous nous sommes également abstenus de figurer la manière dont chaque tuyau est maintenu séparément dans le puits. Il nous suffira de le dire en peu de mots : la *fig.* 2, *Pl. VI*, ne doit être regardée que comme un développement de la précédente, et il ne faut pas y chercher une coupe suivant un plan vertical perpendiculaire à la première; c'est uniquement une élévation dans laquelle on aurait supprimé tout ce qui empêchait d'apercevoir les parties importantes.

Disposition générale.

La machine employée est de la force de 120 chevaux; sa vapeur lui est fournie par cinq chaudières de 10 mètres de long et 3 mètres de large. Le mouvement du piston est transmis à deux balanciers de même longueur par l'intermédiaire de deux longues tiges de fer descendant tout le long du corps de pompe, et s'articulant sur deux autres tiges qui réunissent les extrémités des deux balanciers. L'un d'eux agit sur quatre étages de pompes à l'aide de quatre systèmes de tiges, dont trois s'adaptent à une même extrémité du balancier. La disposition adoptée se conçoit très-bien d'après les figures : un support commun en bois, renforcé par du fer, se termine par deux axes

horizontaux, dont l'un s'attache au balancier et dont l'autre est embrassé par les parties supérieures des trois séries de tiges. Celle du milieu est d'abord double, mais elle se réduit bientôt à une seule; elle correspond au plus bas des trois étages de pompes; les deux autres servent pour les étages supérieurs. Quant au quatrième étage, qui est inférieur à tous les autres, il est desservi d'une manière toute particulière. Sa tige s'attache à l'extrémité d'un levier mobile autour d'un centre fixe, et placé dans une chambre qui est pratiquée à cette intention dans les parois du puits. Pour mettre ce levier en mouvement, une tige inclinée s'articule à ses deux extrémités, d'une part sur le levier, de l'autre, sur le même balancier qui supporte les trois premières tiges. Quand celles-ci s'abaissent, la quatrième s'élève, *et vice versâ*; seulement la course de chacune n'est pas la même, comme nous le verrons tout à l'heure.

Le premier étage de pompes n'élève pas complétement l'eau jusqu'à la surface, il ne l'amène qu'au niveau d'une galerie inclinée (adit) qui aboutit au fond d'un petit puits (staple pit). Dans celui-ci se trouve une cinquième pompe où le piston est mis en mouvement par le deuxième balancier, le même qui sert pour toutes les pompes d'alimentation de la machine. Toutes ces pompes d'épuisement sont aspirantes, et l'on peut observer que des quatre étages établis dans un même puits, trois marchent dans un sens, tandis que le quatrième marche en sens contraire, ce qui produit jusqu'à un certain point l'équilibre.

Voici maintenant les principales dimensions.

Le cylindre de la machine a 63 $\frac{1}{4}$ pouces de diamètre; la course du piston est de 7 pieds

2 pouces. La machine est à double effet et à condensation.

Dans le puits principal pour les pompes supérieures, la course du piston est de 6 pieds 9 $\frac{1}{4}$ pouces. Pour la quatrième, 3 pieds 5 $\frac{1}{2}$ pouces. Les diamètres des pompes sont, en commençant par le haut : Dimensions des pompes.

Pour la première 15 pouces ;
Pour la deuxième 14 pouces ;
Pour la troisième 12 pouces 10 lignes ;
Pour la quatrième 12 pouces.

Dans le *staple pit* la pompe a 41 pieds de haut et son diamètre est de 12 pouces $\frac{1}{2}$. Une partie de l'eau qu'elle élève sert à la condensation.

Les tiges (spears) des pompes sont faites avec le meilleur sapin. Chaque fragment a une longueur d'environ 44 pieds. On les réunit en les mettant bout à bout et appliquant sur les quatre faces des barres de fer réunies deux à deux par des boulons qui traversent toute l'épaisseur des tiges. Celle qui correspond à l'étage inférieur étant la plus longue et la plus forte de toutes, nous donnerons ses dimensions détaillées. Sa longueur est d'environ 132 fathoms; elle a douze pouces d'équarrissage à l'endroit où elle s'adapte au levier qui la met en mouvement, et seulement 6 pouces au point où elle pènètre dans les tuyaux. Les pièces de 44 pieds qui la composent sont réunies par des barres de fer plat de 6 pouces de large, 16 pieds de long, 1 $\frac{3}{4}$ pouce d'épaisseur au milieu et 1 $\frac{1}{4}$ pouce aux extrémités. Les boulons ont 1 $\frac{1}{8}$ pouce de diamètre et sont disposés en zigzag à 14 pouces les uns des autres. La portion de tige qui pénètre dans les tuyaux n'a que 6 pouces d'équarrissage. Les barres de fer plat qui Construction des tiges. Leurs dimensions.

relient entre eux les différents fragments ont 14 pieds de long, 4 $\frac{1}{2}$ pouces de large, un pouce d'épaisseur au milieu et $\frac{1}{2}$ pouce aux extrémités. Les boulons sont comme ci-dessus.

Pour réunir la portion des tiges qui ne doit pas plonger dans l'eau, à celle qui est constamment mouillée, on emploie des barres de fer d'une disposition particulière représentée *fig.* 6 et 7. Chacune des tiges à réunir est embrassée sur deux de ses faces par des barres de fer plat de 8 pieds de long, 4 pouces de large et 1 $\frac{1}{4}$ pouce d'épaisseur. Ces barres de fer plat sont soudées deux à deux à l'une de leurs extrémités et réunies à une barre de fer rond dont le diamètre est de 1 $\frac{1}{2}$ pouce. Pour joindre ensemble et d'une manière non permanente les deux barres de fer qui terminent ainsi les portions de tiges sèches et mouillées, on leur donne à l'extrémité la forme de deux troncs de cône accolés par la grande base et découpés ensuite, comme l'indique la figure, de telle manière que les deux fragments réunis reproduisent la forme primitive; pour maintenir ces deux fragments au contact on emploie un anneau conique qui a 1 pouce d'épaisseur et 6 pouces de hauteur. Le diamètre maximum du joint est de 5 pouces, sa longueur de 9 à 10 pouces.

Des pistons. Le même système est adopté pour réunir la partie inférieure des tiges en bois au piston de chaque pompe. Nous avons représenté cet assemblage et les pistons eux-mêmes dans les *fig.* 4 et 5. Quant à ces derniers, ils n'offrent rien de bien particulier; ils sont munis d'une soupape en cuir à 2 valves, que du reste nous n'avons pas figurée dans nos coupes, mais dont on aperçoit facilement la place. Cette soupape est maintenue uni-

quement par un appendice que porte la portion de tige adaptée au piston; c'est la disposition qu'on emploie toujours dans les pompes aspirantes. Les autres soupapes et les chapelles n'offrent également rien de remarquable.

Des citernes.

Les citernes sont construites de manière à occuper dans le puits le moins d'espace possible. La *fig.* 14 représente leur disposition sur une plus grande échelle. Elles reposent sur des supports en chêne qui forment un massif solide de 3 pieds 6 pouces d'épaisseur, 3 de largeur et 12 de longueur, et qui sont soutenus à leurs extrémités, d'une part à l'aide d'étançons fortement comprimés entre eux et la roche, de l'autre à l'aide d'une corniche qui se prolonge dans le puits sur une hauteur de 7 yards.

La première citerne, en partant du haut, est en tôle de $\frac{3}{8}$ de pouce; les autres sont en sapin de 3 pouces d'épaisseur avec un fond de chêne. Enfin pour terminer la description de ces pompes, nous ajouterons que le long des tiges sont disposés de distance en distance des blocs de bois, qui, s'il y avait quelque rupture, viendraient poser sur des poutres disposées convenablement dans le puits; nous n'avons figuré qu'une seule fois cette disposition dans notre dessin. Quant aux tuyaux, chacun est soutenu isolément par un anneau en fer qui embrasse toute sa circonférence et est fixé à la paroi du puits d'une manière quelconque.

Phénomène curieux à la mine de Wall's end.

On a observé à la mine de Wall's end un phénomène très-singulier. On rencontre très-peu d'eau au-dessous de la couche de grès qui porte le nom de 70 *fathoms post*, et une machine de 55 chevaux travaillant au plus 18 heures par jour suffit complétement pour l'épuisement. Or, on a

remarqué que dans les puits A, B et G (voir la *Planche V*), à la profondeur de 30 ou 40 fathoms, l'eau est fraîche et très-bonne à boire, tandis qu'au dessous elle est fortement salée; dans tous les autres puits l'eau est constamment fraîche, douce et potable. Il est difficile de supposer que l'eau salée provient du lit de la Tyne, car celle-ci n'est elle-même salée à Wall's end qu'aux fortes marées d'équinoxe. On pense que l'eau fraîche des couches supérieures se charge de principes salins en traversant quelque roche inconnue pour arriver au fond de la mine.

Machines d'épuisement. Chaudières.

Les machines à vapeur employées pour l'épuisement n'offrent rien d'intéressant; leur pouvoir varie suivant la quantité d'eau à épuiser et suivant la profondeur de la mine; elles sont à simple ou à double effet, et toutes sont réglées au moyen d'une cataracte qui détermine le commencement de la course descendante. La vapeur est employée à une pression assez variable, mais qui n'est jamais bien élevée; toujours il y a condensation. On voit de rares exemples de précautions prises pour empêcher la déperdition de chaleur; ainsi dans quelques machines il y a une double enveloppe au cylindre et quelquefois même une enceinte en briques est construite autour de celui-ci. En résumé ce n'est pas à Newcastle qu'il faut aller étudier la disposition des machines d'épuisement.

Quant aux chaudières, nous n'en parlerons que pour signaler leur mauvaise disposition. Le plus grand nombre a une forme plus ou moins sphérique avec fond concave du côté du foyer; d'autres sont construites sur le même principe, mais se rapprochent de la forme cylindrique, ce sont les chaudières dites de Watt ou en tombeau; enfin

il y a quelques chaudières tout à fait cylindriques. Les premières, celles qui ont la forme sphéroïdale, sont presque toujours en plein air. La grille placée dans un petit massif de maçonnerie qui supporte la chaudière, est carrée, et la flamme, avant de se rendre dans la cheminée, circule dans un carneau qui fait tout le tour de la partie rentrante. On peut joindre à cette classe les chaudières tout à fait sphériques qui n'ont sur les précédentes qu'un avantage, celui d'être moins sujettes aux explosions. Elles ont souvent 12 et 15 pieds de diamètre.

Les chaudières en tombeau sont, après les précédentes, les plus employées; elles ont des dimensions très-variables. Les chaudières tout à fait cylindriques terminées par des calottes sphériques; sont préférables aux précédentes, par la même raison qui rend l'usage des chaudières tout à fait sphériques plus sûr que celui des premières décrites. Je n'ai pas vu un seul exemple où le foyer fût intérieur. En général la grille placée environ à 0m, 60 au-dessous du fond de la chaudière, est un carré de 1m, 20 à 1m, 50 de côté; la flamme parcourt toujours des carneaux latéraux avant de se rendre aux cheminées; celles-ci sont en général peu élevées et d'une grande section.

Le charbon brûlé sur les grilles est celui qui ne peut être livré au commerce, et qu'on est souvent obligé de brûler sur les haldes. Aussi doit-on regarder l'entretien des chaudières comme un bénéfice plutôt qu'une dépense. C'est ce qui probablement nuira longtemps à l'établissement de perfectionnements dans la construction des chaudières et la génération de la vapeur.

Les eaux qui servent à la condensation de la vapeur et à l'alimentation des chaudières pro-

viennent le plus souvent du fond des mines; aussi sont-elles chargées de sels qui s'accumulent par l'évaporation. On sait aujourd'hui que de ce phénomène résulte un développement d'électricité tel, que la vapeur et le métal de la chaudière prennent, des fluides contraires. C'est au mois d'octobre de l'année dernière que ce fait fut observé pour la première fois, aux environs de Newcastle. Un chauffeur, en ouvrant une soupape de sûreté, se trouva par hasard exposé au jet de la vapeur et ressentit un choc violent. Ce fait, rapporté à M. Sopwith, ingénieur civil, et à M. Armstrong, tous deux résidant à Newcastle, donna lieu à une série d'expériences qui le confirmèrent, et en ont fait un résultat acquis à la science.

VI.

ABATTAGE DE LA ROCHE ET ROULAGE INTÉRIEUR.

Abattage de la roche.

L'abattage de la roche n'offre rien de bien remarquable dans les mines de Newcastle. Le procédé consiste à faire un havage horizontal à la partie inférieure, ou dans tout autre point de la couche qui renferme du charbon de mauvaise qualité; s'il n'est pas suffisant, on enlève également le charbon sur la paroi latérale. A la mine de Wall's end, le havage se fait dans une couche horizontale de *Stone coal*, charbon mélangé de beaucoup de matières étrangères; il a 18 pouces de hauteur et un yard de profondeur. On creuse ensuite dans le point le plus favorable un trou d'un pouce de diamètre et de 3 pieds de profondeur. On le charge avec des cartouches en papier d'environ 5 pouces de longueur et l'on bourre avec de la poussière de charbon. L'ouvrier débite en-

suite le bloc en faisant aussi peu de menu qu'il est possible; enfin il traie le charbon s'il y a lieu.

Outils employés.

Les outils employés sont des pics très-acérés qui ont ordinairement 0^{m},3 à 0^{m},4 de longueur. Ils servent au havage et au partage des blocs en fragments plus petits. Pour faire les trous de mine on emploie des ciseaux qui ont un pouce de large et sur la tête desquels on frappe avec une masse en fer. L'épinglette est également en fer et se place sur le côté du trou. Quand ces outils ont besoin de réparation, on les envoie à la surface, et ils sont remis en état par un forgeron qui sert ordinairement pour plusieurs mines, et ne travaille dans chacune qu'à jours fixes. Il est payé 4 shillings pour 12 heures. On calcule que chaque ouvrier emploie environ une livre de poudre par vingtaine de bennes. Dans le dépilage le mode de travail est le même si l'air n'est pas inflammable et si on peut employer la poudre; mais le plus souvent on ne peut s'éclairer qu'avec la lampe de Davy, et alors il faut nécessairement se réduire à l'usage des pics.

Ouvriers. Leur paye et leur travail.

Les ouvriers qui abattent la houille portent le nom de *hewers*. Leur travail est réglé et surveillé directement par l'*overman*, dont les avis servent à l'*underviewer* pour fixer la paye. Celle-ci se rapporte au nombre de bennes, ou de yards abattus, ou bien encore au temps pendant lequel le travail a lieu. Les tarifs sont assez variables; voici quelques exemples : à la mine de *Wall's end* les *hewers* reçoivent par benne 4 pence pour le bon charbon et 3 pence pour celui qui est de qualité inférieure; cela suppose un triage fait par l'ouvrier même sur le champ d'exploitation. A Piercymain, quand il n'y a pas de triage on donne de 2 $\frac{1}{2}$ pence à 2

pence. A Killingworth les ouvriers reçoivent 4 pence dans le dépilage et plus lorsqu'il y a danger. A *Townley*, dans l'ouverture des galeries et des *boards* on leur donne 5 shillings 6 pence par vingtaine de bennes. Ce travail s'effectue dans ce qu'on appelle la *whole mine* (mine entière). Dans le *narrow work*, c'est-à-dire dans le creusement des galeries que rejoignent les *boards* de distance en distance, on les paye assez souvent au yard. A Townley la couche a 3 pieds d'épaisseur et les *narrows* ont 2 yards de large; les ouvriers reçoivent 12 pence pour un yard d'avancement.

Quand on est réduit à employer la lampe de Davy, si le *hewer* n'a pas de triage à faire, sa paye est peu ou point augmentée; mais quand il est forcé de séparer le bon charbon du mauvais, elle est quelquefois plus que doublée. En résumé, dans le travail régulier un ouvrier gagne moyennement de 4 à 6 shillings par jour; il peut abattre de 20 à 25 bennes de houille par jour. On compte qu'il faut à un seul *hewer* environ deux mois pour abattre un pilier de 20 yards de long, 9 de large et 6 pieds de hauteur; un yard cubique est regardé comme fournissant 288 gallons de 2688 pouces cubes chacun, d'où on déduit qu'un acre d'une couche de houille ayant un pied d'épaisseur peut produire de 570 chaldrons ou environ 1510 tonnes.

La condition des ouvriers serait très-heureuse s'ils gagnaient pendant toute l'année 5 shillings par jour; mais il y a certaines époques où ils ne peuvent extraire qu'une quantité déterminée, ou bien n'ont pas du tout de travail; c'est pourquoi un grand nombre se louent à l'année; ils gagnent alors de 2 à 2 ½ shillings par jour. Du reste nous

avons déjà donné sur ce sujet des renseignements assez détaillés à propos de l'administration des mines de Newcastle.

Pour la facilité du roulage, on a toujours, autant que possible, le soin de disposer les travaux de manière à donner aux galeries de roulage une très-faible pente; dans tous les cas on s'arrange de manière que les chariots soient pleins pendant la descente et vides pendant la montée; mais il n'est pas toujours possible de remplir ces conditions; il faut alors avoir recours à des moyens mécaniques pour amener jusqu'au puits les bennes pleines de charbon. Nous nous en occuperons un peu plus loin. Roulage intérieur.

Dans toutes les galeries où le roulage a lieu, le sol est couvert par deux bandes de rails dont la forme est assez invariable. Ceux qui vont du fond de la taille aux galeries principales sont le plus souvent des rails plats (plate rails) (*fig*. 15, *Pl. VI*), formés de deux bandes de fonte à angle droit. On les fixe généralement sur des traverses en bois espacées environ d'un yard, au moyen de clous ou de vis noyés dans l'épaisseur de la fonte. Quelquefois ces rails sont plus compliqués; ils sont renforcés à chaque extrémité et portent à l'un des bouts une saillie, à l'autre une entaille; on les juxtapose comme l'indique la *fig*. 16, et on fixe en outre chacun d'eux à la traverse en bois au moyen de clous. Les dimensions de ces rails sont assez variables : celles qui accompagnent le croquis se rapportent à une force moyenne. La longueur est de $1^m,95$. Le poids est de 16 livres par yard. Ils se vendent 7 shillings à 7 shillings 6 pence le quintal. L'écartement de ces rails est de $0^m,28$. Les voies qu'ils forment sont appelées *tramway*, du Rails employés.

nom des chariots qui doivent les parcourir. Quelquefois ces rails au lieu d'être en fonte sont en fer laminé. Leur pose est la même que celle des rails en fonte, leurs dimensions sont un peu moindres. Ils coûtent 9, 10 et même 11 shillings le quintal, suivant la quantité qu'on achète.

Dans les voies principales de roulage les rails ont souvent la même forme, mais ils sont plus forts; ils pèsent environ 20 livres par yard courant. Leur longueur est de 4 pieds, la largeur de 3 pouces, la hauteur de 2 pouces, et l'épaisseur de $\frac{3}{8}$ de pouce. Ils sont généralement en fonte, et quelquefois en fer.

A la mine de *Wall's end*, les *tramways* sont formés de *plate rails* en fonte, mais dans les galeries principales on emploie des rails en fer assemblés dans des *chairs* en fonte. Ils ont 2 pouces $\frac{3}{8}$ de hauteur, et $\frac{5}{8}$ pouce d'épaisseur : le champignon a 1 pouce $\frac{1}{2}$. Ils ne pèsent que 15 livres par yard courant; on en a fait à la fonderie de Walker, qui ne pesaient que 7 livres. L'écartement des rails dans les galeries principales est assez généralement de $0^m,6$. La voie porte le nom de *Rolleyway*, toujours d'après celui des chariots qu la parcourent. Lorsque deux voies se rencontrent, le croisement est fait avec des plaques en fonte, et l'on dirige les chariots sur celle des voies qu'on veut suivre, sans l'emploi d'aucune disposition particulière (*fig.* 17).

Plans inclinés. Les couches du terrain houiller de Newcastle sont sensiblement horizontales; mais un grand nombre de failles donnent lieu à des rejets plus ou moinsconsidérables, et lorsque cela est possible on réunit les deux niveaux par un plan incliné; la pente est assez variable, mais en général peu

considérable; en outre le chemin est maintenu rectiligne toutes les fois que cela peut se faire sans de trop grandes difficultés. Enfin le plus souvent ces plans inclinés sont disposés de telle façon que les chariots pleins puissent servir à remonter les chariots vides. La disposition étant dans tous les cas à peu près la même que celle qui est adoptée à la surface, nous nous y appesantirons peu maintenant.

Plans automoteurs.

Dans les plans automoteurs on place ordinairement au sommet une roue horizontale, sur la circonférence de laquelle est pratiquée une gorge de poulie (*fig.* 18). Son diamètre est plus ou moins grand; il varie de 3 pieds à 6 pieds. Sur le même axe et immédiatement en contact avec la première roue, s'en trouve une deuxième qui sert à l'application du frein. Le tout est supporté par un cadre rectangulaire, comme l'indique la figure. La corde, après avoir embrassé la roue supérieure, passe sur 2 poulies verticales qui la ploient dans la direction convenable. Le frein agit de deux manières, ou bien il pèse constamment sur l'axe et empêche tout mouvement jusqu'à ce que le machiniste vienne le soulever, ou bien il laisse l'axe libre et peut modérer sa vitesse à l'aide d'une pression exercée par le machiniste. Dans d'autres localités la corde s'enroule sur un tambour horizontal autour duquel elle fait plusieurs tours. A la mine de Piercy-main le tambour dont la vitesse est modérée par un frein, porte en outre une roue dentée qui engrène avec un pignon; l'axe de ce dernier peut recevoir un mouvement de translation parallèlement à lui-même, et permet ainsi de désengrener quand on le veut; cet axe se termine par une roue avec rayons, à peu près semblable à celle qui sert à

manœuvrer le gouvernail d'un navire, et à l'aide de laquelle le machiniste peut imprimer au tambour un mouvement quelconque (*fig.* 19).

Généralement il n'y a qu'une seule voie, excepté au point où doivent se rencontrer le train qui monte et celui qui descend. Cependant lorsque les plans inclinés ont une grande étendue et qu'il s'y fait un grand mouvement, il est plus ordinaire et en même temps plus prudent de faire la voie double sur toute sa longueur. Dans le cas d'une voie simple, le point de rencontre est généralement au milieu de la distance à parcourir; mais quelquefois il est impossible de disposer les choses ainsi, surtout quand le chemin est un peu courbe. Ainsi à la mine de Townley, sur un même axe sont montés deux tambours de rayon différent, à chacun desquels est fixée l'extrémité d'une corde séparée.

Le service des plans inclinés est fort simple; les plus importants sont confiés au soin d'ouvriers appelés *brakemen*, qui reçoivent 2 shillings 6 pence à 3 shillings par poste de 12 heures; ce sont ordinairement des *hewers* qui ont été rendus, par quelque accident, incapables d'abattre la houille. Ils sont souvent aidés par des enfants qui reçoivent 1 shilling 6 pence par jour.

Plans inclinés, avec machines à vapeur.

Il est assez rare qu'on ait à faire remonter des chariots chargés le long d'un plan incliné; cependant le cas se présente quelquefois, et alors on emploie une machine à vapeur fixe placée au sommet du plan incliné. Nous en avons vu un exemple à la mine de Jarrow : à *Pendher*, près *Hutton le Spring*, un plan incliné aboutit au puits de sortie de l'air, et les chaudières de la machine placée à son sommet sont chauffées directement

par le foyer d'aérage. Quelquefois, quand le sommet du plan incliné est au bas d'un puits, la manœuvre de ce plan se fait à l'aide d'une machine située à la surface; nous n'en avons vu qu'un seul exemple.

Rails en fer plat.

La disposition des rails dans les plans inclinés est absolument la même que dans les galeries horizontales. Pour compléter ce que nous avons dit sur ceux-ci, il nous reste à mentionner l'emploi de simples barres de fer ayant $\frac{3}{4}$ de pouce d'épaisseur, 3 pouces $\frac{1}{2}$ de large et 8 à 10 pieds de long; elles sont simplement engagées sur la moitié de leur largeur dans des traverses en bois, sans qu'on ait besoin de les caler; la jointure de deux rails a lieu par simple juxtaposition (*fig.* 20). A la mine de Townley ce système est employé non-seulement dans les boards, mais encore dans les galeries principales de roulage; il me paraît bien préférable à celui des rails en fonte. Ils coûtent 8 shillings 6 pence le quintal, ce qui est un peu plus cher que les rails en fonte, mais ils durent plus longtemps, et ne nécessitent aucune cheville pour être ajustés.

Entretien des rails.

Quel que soit le genre de rails employés, ils ont constamment besoin de réparations, ou au moins d'être débarrassés des corps étrangers qui pourraient occasionner des accidents. Dans les galeries principales de roulage, ce service est fait par des hommes qui portent le nom de *rolleywaymen*; ils doivent constamment parcourir la voie, relever les rails qui en ont besoin, en un mot maintenir le tout dans un bon état; leur charge est importante, et le soin avec lequel ils la remplissent peut éviter beaucoup d'accidents; aussi sont-ils payés à raison de 3 shillings par poste de 12 heures. Quant aux

tramways, ils sont simplement confiés aux soins d'enfants de 10 à 12 ans qu'on appelle *tramway clearers*, et qui ont pour unique occupation d'entretenir constamment propre la bande horizontale des *plate rails*. Ils sont payés de 1 shilling à 15 pence par jour. Ils deviennent inutiles quand on emploie des rails en fer plat, posés sur la tranche.

Chariots et bennes employés pour le transport de la houille.

1er Système : *Corves*.

On peut ranger en deux classes assez distinctes les procédés qui servent, dans les mines du nord de l'Angleterre, à transporter le charbon du fond des tailles jusqu'au jour. Dans le système le plus ancien et le plus généralement employé, les vases destinés à contenir la houille sont des bennes en osier appelées *corves* (*fig.* 21). Ce sont de simples paniers de forme arrondie, entourés par une barre de fer recourbée qui leur sert d'anse. Ils ont 0m,6 de profondeur, 0m,9 de long et 0m,7 de large; ils contiennent 6 quintaux anglais de charbon; leur poids quand ils sont vides est de 2 quintaux $\frac{1}{2}$ (126k,8). Ils coûtent, nous a-t-on dit, 1 livre (25f,25) pièce.

Trams.

Ces *corves* sont placées sur de petits chariots appelés *trams* qui consistent simplement en deux pièces de bois légèrement courbes, réunies par trois tiges de fer et portées sur deux essieux (voir les *fig.* 15 et 16, *Pl. VII*). A ceux-ci sont fixées de petites roues en fonte de forme variable suivant les rails qu'elles doivent parcourir. Le plus souvent les *tramways* étant formés de rails plats en fonte, ces roues sont lenticulaires : elles ont alors 0m,25 à 0m,3 de diamètre et pèsent environ 8 à 10 livres; on les vend de 7 $\frac{1}{2}$ à 8 shillings le quintal, suivant la quantité achetée. Quelle que soit leur forme, elles sont toujours complétement fixées à l'essieu qui tourne assez librement, dans des coussinets attachés

aux deux pièces en bois, pour être susceptible de se mouvoir parallèlement à lui-même. Cette disposition est représentée *fig.* 17; elle a l'avantage de laisser le *tram* se prêter aux variations d'écartement que présentent assez souvent les chemins qui vont aux tailles. Chaque petit chariot est renforcé par une bande de fer plat appliquée sur les pièces en bois; la longueur est généralement de $0^m,9$ à 1^m. L'écartement des roues, qui est ordinairement de $0^m,30$, devient quelquefois plus grand et s'élève jusqu'à $0^m,4$.

Un *tram* chargé d'une benne est ordinairement conduit le long des tailles par des ouvriers de 14 à 18 ans appelés *putters*. Le plus souvent un seul suffit pour mener une benne qu'il pousse devant lui; dans les endroits difficiles, un *putter* s'attelle au *tram*, et un autre plus jeune pousse par derrière. Ils sont en général payés à la tâche, et on conçoit que le tarif doit varier suivant la distance à parcourir. A *Killingworth*, lors de notre visite, dans un des districts de la mine, les *putters* étaient payés 1 $\frac{1}{2}$ penny par vingtaine de *corves* pour une distance de 80 yards, et 1 penny de plus par chaque longueur de 20 yards au-dessus de cette distance. A Piercy-main nous en avons vu qui recevaient 2 pence par vingtaine pour une distance de 100 yards et 1 penny de plus de 20 en 20 yards au-dessus de cette longueur. A Wall's end un putter gagne environ 4 shillings par poste de 12 heures; en général dans un travail régulier ils peuvent gagner de 4 à 5 fr. par jour. *Putters. Leur payement.*

Les *trams* et les *putters* ne parcourent pas les galeries principales de roulage; ils viennent se réunir en plusieurs points de celles-ci, où les corves sont transportées sur un autre genre de *Rolley.*

chariots appelés *rolleys*, *fig.* 13 et 14, *Pl. VII.* Ils consistent en 2 pièces de bois de chêne, de $0^m,15$ à $0^m,20$ d'équarrissage, réunies ensemble par 2 pièces transversales de même dimension. Le tout est consolidé à l'aide de tiges en fer, et porté sur deux essieux qui tournent dans des coussinets fixés aux longs côtés du rectangle, mais qui n'ont pas de jeu comme dans les *trams*. Les roues sont en fonte, la jante est plate ou à bourrelet saillant, suivant que le *rolleyway* est formé de rails plats ou de toute autre espèce. Quelquefois les rayons sont courbes pour favoriser le retrait dans la fusion de ces pièces; elles coûtent de 15 à 16 shillings le quintal. Pour fixer la roue à l'essieu, on introduit celui-ci dans le moyeu et on chasse des coins de bois dans tous les vides. La longueur du chariot est assez variable et dépend nécessairement du nombre de bennes qu'il doit porter. Celui que nous avons dessiné est fait pour trois *corves*; il a 4 mètres de long. Ces chariots sont traînés dans les galeries de roulage par des chevaux que des enfants appelés *drivers* conduisent à raison de 15 pence par poste de 12 heures. Un cheval traîne 2 ou 3 *rolleys* suivant leur grandeur; en général sa charge est de 6 bennes, ou de 36 quintaux; il parcourt dans une galerie horizontale une distance de 16 milles en 12 heures, 8 milles avec la charge et 8 milles à vide; à *Wall'send*, la distance parcourue par les chevaux était de $\frac{3}{4}$ de mille (1207^m). Ils faisaient 8 à 9 voyages par jour, allée et retour. L'effet utile maximum est donc de 9 fois 36 quintaux transportés à $\frac{3}{4}$ de mille, en ne tenant pas compte du travail dû au transport des chariots et des bennes vides. Cela fait $16,893^k$ transportés à 1,207 mètres ou $20,389^k$ à un kilomètre.

Nous comparerons plus loin ce travail utile à celui que l'on obtient à la surface, et nous le trouverons de beaucoup inférieur. On doit attribuer ce fait aux circuits qu'on est obligé de faire dans les mines, au peu de consistance du sol, à la difficulté de maintenir les rails bien propres, au peu de longueur des relais, et à la position gênée à laquelle on habitue les chevaux. Ceux-ci sont pourtant l'objet de soins attentifs. Leurs écuries sont creusées dans les parties les plus sèches et les mieux aérées de la mine; on les montre souvent aux étrangers, pour leur grandeur et leur bonne disposition; la nourriture est abondante, et un homme aux appointements de 15 shillings par semaine (7 postes de 12 heures) est spécialement chargé de veiller sur eux.

Grues placées dans les galeries de roulage.

Pour enlever les bennes des *trams* et les porter sur les *rolleys*, on emploie de petites grues placées dans les endroits où les *putters* arrivent à la galerie principale de roulage. Ces grues sont en bois ou en fonte; les premières consistent simplement en une potence qui peut tourner autour du montant vertical, à l'aide de deux pivots en fer placés aux deux extrémités; le bras horizontal est soutenu par un arc-boutant et supporte à l'aide d'une chape la poulie sur laquelle vient passer la chaîne. Celle-ci s'enroule d'autre part sur un cabestan, auquel on imprime un mouvement de rotation à l'aide d'une manivelle et de deux roues d'engrenage. Les grues en fonte ont la forme représentée (*fig.* 22 et 23); le montant vertical est fait d'une seule pièce et présente sur presque toute sa longueur un vide rectangulaire où est placé le cabestan. Deux saillies supportent l'axe de la manivelle et un pignon qui engrène avec une roue dentée adaptée au cabestan. Le bras horizontal

également en fonte est attaché au montant à l'aide de boulons et soutenu par une barre de fer servant d'arc-boutant. Les pivots inférieur et supérieur reposent sur des coussinets en cuivre qui sont maintenus dans deux pièces de bois convenablement entaillées. Le service des grues est fait par une classe d'ouvriers appelés *cranemen* (du nom anglais de la grue, *crane*). Ils sont payés 2 shillings 6 pence par poste de 12 heures, ou bien ont un tarif à tant par vingtaine. Ils sont aidés par des enfants auxquels on donne le nom de *helpers up* et qui reçoivent 1 shilling 6 pence à 2 shillings par poste de 12 heures, ou bien sont payés à tant la pièce.

Comment se fait le transport intérieur.

Voici comment se fait le service : chaque *putter* dessert un certain nombre de tailles ; il y amène les *corves* vides et les remplit, puis les ramène jusqu'à la grue la plus voisine dans la galerie principale de roulage. Là il indique au *craneman* la taille dont il vient, et la qualité du charbon, si l'ouvrier qui travaille à cette taille doit y faire un triage. Le *craneman* note sur une planche toutes ces particularités, et attache à l'anse de la benne une marque qui doit les faire connaître à la surface. Il charge ensuite la benne sur un *rolley*, et celui-ci part, quand le train est complet, pour les puits d'extraction. Une lumière placée sur le devant indique sa marche aux convois qui peuvent venir en sens contraire. En général il n'y a qu'une seule voie de roulage, et d'intervalle en intervalle elle est doublée sur une longueur suffisante pour loger tout un convoi. Quand il y en a deux qui se rencontrent, celui qui est le plus tôt arrivé à l'endroit où la voie est double, se range et attend que l'autre soit passé, pour continuer sa route.

S'il y a un ou plusieurs plans inclinés sur le trajet à suivre, le même cheval ne parcourt nécessairement qu'une portion de la distance totale, et tandis que l'un s'arrête au sommet d'un plan incliné, un second reprend la charge du premier quand elle est arrivée à la base du plan. Le service demande alors à être conduit avec beaucoup d'ordre, surtout si, comme nous l'avons observé à Townley, des portes d'aérage sont placées à la base ou au sommet du plan incliné. Divers signaux sont employés pour faire connaître au machiniste les différentes phases du mouvement, et lui indiquer quand il doit arrêter ou faire marcher le moteur.

Quand le convoi est arrivé au bas du puits d'extraction, l'enlèvement des bennes se fait comme nous le verrons plus tard, et elles sont remplacées par d'autres qui sont vides. Le driver dételle son cheval et vient le rattacher à l'autre extrémité du convoi; pour faciliter cette manœuvre, le brancard consiste en deux tiges parallèles réunies par un arc de cercle. Au sommet de celui-ci se trouve une cheville qu'on fait pénétrer dans une cavité correspondante placée aux deux extrémités de chaque rolley, et que l'on fixe à l'aide d'une petite goupille; le tout est en fer, et chaque cheval porte constamment son brancard avec lui, pendant qu'il est employé au roulage. Indépendamment d'une vaste chambre, il y a toujours à la base de chaque puits un bout de galerie dans le prolongement de la galerie de roulage. Sa longueur est assez grande pour qu'on y puisse loger un train complet de rolleys et que le *driver* ait assez de place pour y faire tourner son cheval comme nous l'avons dit ci-dessus.

2e Système : Emploi des *iron tubs.*

Le second procédé de roulage, quoique moins employé, est beaucoup plus simple et en même temps plus économique que le précédent; aussi son usage commence-t-il à se répandre. On pourrait le résumer, en disant que les vases qui vont chercher la houille au fond des tailles, se rendent directement au puits d'extraction, sans passer par tous les intermédiaires auxquels est soumis le système des *corves*. Ces vases sont des caisses parallélipipédiques en tôle qui ont 6 pouces de profondeur, 9 de long et 7 de large; leur capacité est sensiblement la même que celle des bennes. On les appelle *iron tubs*. Ils sont montés sur des supports analogues aux *trams*; mais la face supérieure des deux pièces de bois est horizontale, et le *tub* y est tout à fait fixé à l'aide de vis. Un de ces *tubs* est figuré dans la *Pl. VII, fig.* 10 et 11. On peut voir que les roues sont complétement au-dessous du vase. Elles ont la forme lenticulaire quand elles doivent se mouvoir sur des rails plats; mais à Townley, où les rails sont de simples barres de fer, elles sont faites comme celles des wagons employés sur les grands chemins, c'est-à-dire à bourrelet saillant. Quelques-uns de ces *tubs* s'ouvrent par devant (*fig.* 11 *bis*), mais cette disposition est rare, et son utilité est tout à fait nulle, comme nous le verrons plus loin. Enfin nous avons vu employer dans une mine des *tubs* cylindriques; ils ont peut-être l'avantage d'occuper moins de place dans le puits pendant l'extraction, mais ils nous ont paru beaucoup moins convenables pour le roulage intérieur.

Système de transport. Ses avantages.

Dans les mines où ce procédé est le plus parfait, telles que celles de Townley, chaque *tub* est amené séparément par un *putter* en un certain

point de la galerie de roulage. On en réunit ensuite six ou huit ensemble à l'aide d'une chaîne et d'un crochet dont chacun est muni, et on y attelle un seul cheval. Comme l'on voit, les *rolleys* grues et *cranemen* sont complétement supprimés; seulement les rails doivent avoir dans le *rolley way* le même écartement que dans les *tramways*. Aussi on l'augmente dans ces derniers, et on le porte à 0^{m},4. Quand un plan incliné se trouve sur le trajet du convoi, on peut ne faire descendre à la fois que tel ou tel nombre de *tubs*, ce qui est encore un avantage sur l'ancien système, où l'on ne pouvait faire varier les charges que de tout le poids d'un *rolley*. Parmi les autres avantages qu'on trouve dans l'emploi des *tubs*, nous citerons leur durée, qui est beaucoup plus grande que celle des *corves*; en outre, ils n'ont pas si souvent besoin de réparation que celle-ci. Leur prix n'est pas beaucoup plus élevé, et le seul reproche qu'on puisse leur faire est l'augmentation de poids qui, du reste, n'est pas exorbitante; ils pèsent de 3 quintaux à 3 quintaux et demi, en y comprenant les supports et les roues. Il n'y a réellement pas de différence sensible si au poids d'une benne on ajoute celui d'un *tram*. Dans certaines mines où l'on a introduit l'usage des *tubs*, tels que nous les avons décrits, on a conservé les *rolleys* pour ne pas être obligé de changer tout le système des rails; ainsi, à la mine de *Saint-Lawrence*, deux *tubs* sont placés sur un même *rolley*, et un train comprend trois de ces derniers. Ils sont alors disposés comme on le voit dans les *fig.* 24 et 25, *Pl. VI*, pour recevoir les roues des *tubs*. Ceux-ci sont amenés à un niveau un peu plus élevé que celui de la galerie de roulage et dans le plan supérieur du chariot.

On les pousse alors sur ce dernier, et on les y fixe à l'aide d'une cheville, que porte à cet effet chacun d'eux. L'emploi des caisses en tôle ainsi modifié est bien moins avantageux qu'à Townley; cependant on le préfère encore à celui des bennes, et on le concevra bien facilement quand on aura vu ce qui me reste à dire pour l'extraction. Il est certain que leur usage serait beaucoup plus répandu si les frais de premier établissement n'étaient pas assez considérables pour une grande exploitation. On était sur le point de les adopter à Killingworth, lorsque nous avons visité cette mine.

Essais de plus grands vases.

Il paraît que dans quelques mines on a fait des essais pour substituer aux *corves* des caisses en tôle beaucoup plus grandes et contenant 24 quintaux; nous n'en avons point vu dans les endroits que nous avons visités.

Transport de divers matériaux.

Il est inutile de décrire ici les chariots employés pour transporter dans la mine les étançons et les divers matériaux qui arrivent de jour; nous nous contenterons de dire qu'ils ressemblent aux *rolleys*.

Travail des machines fixes.

Pour terminer ce que nous avons dit sur le roulage dans les mines, nous emprunterons au Voyage métallurgique en Angleterre, quelques nombres se rapportant à une machine fixe placée au sommet d'un plan incliné. La pente de celle-ci est de $\frac{1}{9}$ dans le haut et $\frac{1}{6}$ dans le bas. La machine est à haute pression et d'une force de quatorze chevaux. Elle ne remonte à la fois que six *rolleys* portant chacun deux corves, ce qui fait 72 quintaux anglais ou 3,650 kilogrammes. A la mine de Jarrow, une machine de trente chevaux, située à 130 fathoms au-dessous du sol, élève trois bennes à la fois dans un puits de 45 fathoms.

VII.

EXTRACTION DE LA HOUILLE.

Dans toutes les mines des environs de Newcastle on élève directement jusqu'au jour les vases mêmes qui ont été chercher la houille au fond des tailles. On conçoit de suite que les procédés ne doivent pas être tout à fait les mêmes avec les *corves* ou les *tubs*; cependant une grande partie de ce que nous allons dire est commun aux deux modes, et nous indiquerons les points qui diffèrent.

Avant l'invention de la machine à vapeur, on n'employait pour l'extraction que des tambours verticaux ou horizontaux, mus par des roues hydrauliques ou des chevaux; les mines ne pouvaient donc être bien profondes. Du reste, il y avait un autre obstacle; les machines d'épuisement les plus parfaites et les plus employées consistaient en de simples norias que faisaient marcher des roues hydrauliques. A ces moyens impuissants la machine de Newcommen, primitivement employée pour élever l'eau au sommet des roues, vint prêter son appui, sans agir directement sur la résistance à vaincre. Enfin les perfectionnements introduits dans la machine à vapeur la rendirent à la fois propre à l'extraction et à l'épuisement.

Elle est aujourd'hui exclusivement employée sur toutes les mines de Newcastle, si on en excepte toutefois quelques faibles exploitations, dont le charbon n'est pas destiné au commerce lointain et est consommé dans les environs. On se sert alors de baritels à chevaux, qui n'ont rien de remarquable, et sur lesquels nous n'insisterons pas.

Baritel à chevaux.

Machines à vapeur.

Quant aux machines à vapeur employées pour l'extraction, on peut leur faire le même reproche qu'aux machines d'épuisement; elles sont loin d'être au niveau de l'industrie actuelle, et peu d'efforts sont tentés pour les y mettre. Les chaudières sont les mêmes que pour l'épuisement, et assez souvent exposées à toutes les intempéries de l'air; il est cependant juste de dire que cette négligence n'est pas sans exception, et l'on voit à Killingworth, à Townley, à Wall'send, etc., des moteurs qui mériteraient de fixer l'attention, si le travail de la houille n'offrait pas tant d'autres sujets d'étude plus intéressants. La force de ces machines est variable et dépend nécessairement de la charge à élever au jour, et de la profondeur de la mine. A Killingworth, pour amener au jour trois *corves* dans un puits de 180 fathoms, on emploie une machine de trente-quatre chevaux. Dans la même localité, pour extraire à la fois trois *tubs*, et tout l'appareil qui les accompagne, la machine a la force de cinquante chevaux. A Townley, pour élever deux *tubs* d'une profondeur de 60 fathoms, on emploie une machine de vingt-huit chevaux, dans laquelle la course du piston est de 2 $\frac{1}{2}$ pieds, et qui est alimentée par deux chaudières. La pression est de 24 livres par pouce carré, ou $1^{k.},67$ par centimètre carré. En général toutes les machines de Newcastle travaillent à une pression moyenne voisine de deux atmosphères; elles sont à condensation, sauf quelques exceptions.

Transmission du mouvement, disposition des bobines, câbles employés.

Le mouvement du piston se transmet à l'axe autour duquel s'enroulent les câbles par divers moyens. Quelquefois on emploie l'intermédiaire d'un balancier; mais ce cas n'est pas le plus fréquent. Généralement l'axe des bobines se trouve

au-dessus du corps de pompe, dans le plan vertical qui passe par la tige du piston. Le mouvement de celle-ci est transmis à la manivelle par l'intermédiaire d'une tige articulée.

Quelquefois on emploie une disposition analogue, dans laquelle les deux bobines sont montées sur des axes séparés placés à la base du corps de pompe. Nous l'avons vue adoptée dans plusieurs mines. Elle a, comme la précédente, pour but unique de réduire autant que possible l'emplacement occupé par le mécanisme.

Les câbles s'enroulent sur des bobines d'un diamètre souvent considérable ; elles sont généralement en fonte, avec quelques parties en bois ; nous n'avons rien de particulier à en dire.

On n'emploie pour l'extraction que des câbles plats de dimensions assez variables. A Townley, dans un puits de 63 fathoms, on élève un seul *tub* avec des câbles de 5 $\frac{1}{2}$ pouces de large ; ils pèsent 8 $\frac{1}{4}$ livres par yard courant, et coûtent 44 shillings par quintal, ce qui fait 3 shillings et $\frac{1}{2}$ penny par yard (environ 110 francs par 100 kilogrammes).

Engins placés au sommet des puits.

Les engins qui servent à l'extraction sont d'une structure uniforme. Nous avons donné dans la *Planche VII* les dessins qui se rapportent à la mine de Saint-Lawrence. L'engin y est représenté en plan et élévation dans les *figures* 1, 2 et 4. Il consiste en deux montants situés dans un même plan vertical, s'inclinant un peu l'un vers l'autre à la partie supérieure, et réunis de distance en distance par des pièces de bois horizontales. Perpendiculairement au plan des montants et à leur sommet, sont disposés trois supports horizontaux, destinés à ramener les câbles qui s'enroulent sur les poulies en des points convenables du puits ;

ces supports sont maintenus par des poutrelles inclinées. Quant aux poulies, elles sont généralement en fonte, et fort légères comparativement à leurs dimensions; elles ont de $1^m,20$ à 2 mètres de diamètre. Celle dont nous donnons le dessin est formée de plusieurs pièces fondues séparément et réunies ensuite par des boulons (*fig.* 6 *et* 7).

Les dimensions des appareils d'extraction sont considérables. La hauteur est de 50 à 60 pieds au-dessus du sol, mais seulement de 30 à 40 pieds au-dessus de l'orifice du puits. En effet, on élève toujours à la surface du sol une tour cylindrique en maçonnerie ou en charpente qui reporte cet orifice à 5 ou 6 mètres au-dessus du sol naturel. Les montants qui supportent les poulies ont de 10 à 12 pouces d'équarrissage à la base, et de 6 à 8 au sommet.

Dans quelques exploitations peu importantes on substitue à ces appareils coûteux quatre montants verticaux de dimensions beaucoup moins grandes, réunis au sommet par des traverses horizontales.

Moyens d'équilibrer le poids des câbles.

Nous avons vu que dans le nord de l'Angleterre on employait pour l'extraction des câbles plats, et le calcul montre très-bien qu'avec ceux-ci les pressions exercées sur l'axe, par suite de la différence de longueur des portions de câbles qui pendent dans le puits, sont beaucoup moins grandes qu'avec des câbles ronds s'enroulant sur des tambours cylindriques. Il semble donc tout à fait superflu de chercher à équilibrer la pression qui est produite sur l'axe des bobines; mais si l'on observe que les puits ont une très-grande profondeur, que les bobines sont très-grandes, afin d'en-

rouler plus rapidement les câbles, et que par conséquent la différence des rayons avant et après l'enroulement est peu considérable, on pourra entrevoir que les résultats de la théorie cessent d'être applicables, et qu'il est assez juste de regarder les circonstances où l'on se trouve, sous ce rapport, comme très-analogues au cas des tambours cylindriques. Ce qu'il y a de certain, c'est que pour toutes les mines profondes des environs de Newcastle on emploie des chaînes contre-poids ou des moyens équivalents. Le plus généralement on creuse un puits de 3 à 4 pieds de diamètre qui laisse l'axe des bobines entre lui et le puits d'extraction. C'est dans le premier que la chaîne se meut; elle est attachée à un bout de câble plat qui s'enroule sur une petite bobine fixée au même axe que les autres. Quand une des bennes est au fond du puits, la chaîne est tout entière suspendue, et tend à faire tourner l'axe en sens contraire de cette benne; à mesure que celle-ci monte, la chaîne s'amoncelle au fond de son puits, et elle n'agit nullement sur l'axe quand les tonnes se rencontrent; elle s'enveloppe ensuite sur la bobine en sens inverse, et son action s'ajoute à celle de la benne montante jusqu'à ce que celle-ci soit au sommet du puits; alors la chaîne est entièrement développée.

Cette manière d'équilibrer le poids des câbles n'est probablement pas ce qui répond le mieux au but qu'on se propose; car elle suppose que les pressions exercées sur l'axe sont maximum quand ces bennes sont au sommet ou au fond du puits, et ce fait n'est probablement pas vrai. L'emploi des chaînes contre-poids a l'immense inconvénient d'exiger le creusement d'un puits quelquefois

assez profond. Dans plusieurs mines on a évité cette dépense, en remplaçant la chaîne par un petit wagon chargé de poids qui se meut sur un plan incliné (*fig.* 1, *Pl. VIII*)

Celui-ci est supporté par une charpente adossée à la maison de la machine. Pour faire varier l'action du wagon on change la pente du plan ; elle est maximum quand la pression des câbles est elle-même maximum, et se réduit à l'horizontale quand cette pression est nulle. On conçoit même la possibilité de déterminer la courbe du plan de telle manière que le poids du wagon fasse constamment équilibre au poids des câbles. Pour simplifier le problème, supposons que les câbles s'enroulent sur un tambour cylindrique de rayon R. Soit L la profondeur du puits, p le poids du câble par unité de longueur, v le rayon du tambour autour duquel s'enroule la corde du wagon, a l'inclinaison d'un élément du plan incliné sur l'horizontale, θ le nombre de tours et fractions de tours faits par l'axe quand le wagon est placé sur l'élément d'inclinaison a ; enfin Q le poids qui remplit une benne, et P celui du wagon. On devra avoir à chaque instant (*fig.* 2) :

$$\{Q + p(L - 2R\theta)\} R = Pv \sin \alpha,$$

en négligeant le poids de la corde qui retient le chariot.

D'un autre côté, si on considère la longueur d'un élément de la courbe, on devra avoir : $dS = vd\theta$, et ces deux équations seront suffisantes. On peut rapporter la courbe à des coordonnées rectilignes en remplaçant sin α par $\frac{\frac{dy}{dx}}{\sqrt{1+\frac{dy^2}{dx^2}}}$

et dS par $dx\sqrt{1+\frac{dy^2}{dx^2}}$. On peut alors exprimer dx ou dy en fonction de $d\theta$, et obtenir séparément, par l'intégration, deux équations qui pour chaque valeur de θ donneront les valeurs correspondantes de x et y. Les constantes de l'intégration seront déterminées par diverses conditions. Ainsi, ω étant l'inclinaison du premier élément, on devra avoir :

$$(Q + Lp) R = P\nu \sin \omega.$$

Si S est la longueur totale de la courbe, elle devra être égale à $\nu\theta$, θ étant l'angle qui correspond au point de rencontre des deux bennes, et dont la valeur est évidemment égale à $\frac{L}{2R}$.

Les deux équations, sous la forme où nous les avons obtenues, nous indiquent que plus la benne s'élève dans le puits, plus l'inclinaison du plan incliné doit diminuer, jusqu'au point où $\theta = \frac{L}{2R}$: alors l'élément de la courbe est horizontal. La corde qui supporte le wagon doit être complétement déroulée, puis s'enrouler en sens contraire. Si au lieu d'un tambour cylindrique on considère deux bobines, l'équation devient bien plus compliquée. En appelant e l'épaisseur du câble plat, q le poids d'une benne vide, R le rayon maximum et R' le rayon minimum des bobines, conservant, du reste, les autres notations, comme précédemment, il est facile de voir qu'on a

$$(R' + e\theta)\left\{Q + q + p\left(L - \nu\theta - \frac{e\theta^2}{2}\right)\right\}$$

$$-\left\{q + p\left(R\theta - \frac{e\theta^2}{2}\right)\right\}(R - e\theta) = P\nu \sin \alpha.$$

$$dS = d\nu\theta.$$

Il n'entre pas dans notre sujet de discuter cette équation......

Disposition du puits d'extraction.

1° Emploi des *corves*.

Dans la disposition des puits d'extraction il faut distinguer deux cas, suivant qu'on emploie des *corves* ou des *tubs*. Quand on se sert de bennes amenées sur des *rolleys* jusqu'au fond du puits, on a toujours soin d'élever celui-ci de 3 ou 4 décimètres au-dessus du sol de la galerie pour faciliter les travaux de l'*onsetter*, ouvrier chargé d'attacher et de détacher les bennes. Sur toute sa hauteur le puits ne présente rien de remarquable, si ce n'est sa division en compartiments Il est excessivement rare que deux câbles pendent à la fois dans le même compartiment; et presque toujours les bennes montantes et descendantes sont séparées par une cloison. Au sommet, chaque compartiment est ordinairement rétréci, comme on le voit (*fig.* 3, *Pl. VIII*), par une paroi inclinée en planches. La benne est déviée par le contact de cette paroi, et le balancement qu'elle prend la ramène vers le *banksman*, ouvrier chargé de la détacher. On suspend généralement trois bennes à un même câble. Celui-ci se termine par une chaîne, à l'extrémité de laquelle est attachée la benne inférieure. Les deux autres sont soutenues par de petits bouts de chaîne additionnels. L'anse est prise dans un crochet dont nous donnons le dessin (*fig.* 4, *Pl. VIII*), et qui est constamment tenu fermé par un ressort; il est presque impossible qu'une benne puisse se détacher même par un choc violent. Lorsque trois bennes vides arrivent de la surface au fond du puits, l'ouvrier appelé *onsetter* les détache successivement, puis il adapte les trois crochets à trois *corves* pleines, encore placées sur les *rolleys* qui les ont

Ouvriers employés. Leur travail et leur payement.

amenées. Quand elles sont enlevées par la machine d'extraction, il dirige un peu leur mouvement pour qu'il n'y ait pas un trop grand balancement, et pendant qu'elles montent il replace les bennes vides sur le chariot, qui doit les porter au fond des tailles. Ces ouvriers sont payés à la tâche ou au temps. A Wall's end ils reçoivent un penny et demi par chaldron (53 quintaux), ce qui fait près de neuf bennes. Dans beaucoup d'autres endroits ils sont payés par poste; ils ne travaillent que huit heures, et ont des moments de repos pendant le temps qu'ils passent au fond de la mine. Ils reçoivent alors 3 shillings.

Quand les bennes pleines arrivent au jour, le *Banksman* détache d'abord l'inférieure et la remplace par une vide ; il fait ensuite la même chose pour chacune des deux autres successivement. Son travail consiste simplement à amener chaque benne pleine sur un *tram* placé au bord du puits, à la décrocher, y substituer une benne vide qu'on amène également à sa portée et à la pousser dans le puits. Son poste est de 8 heures; il est payé 2 p. par chaldron ou 3 sh. par jour. Les bennes vides sont amenées et les bennes pleines emmenées sur des *trams* par des enfants qui reçoivent 1 sh. 6 p. par jour. Ils doivent en outre détacher de chaque benne le signe qui indique l'endroit d'où provient le charbon et l'ouvrier qui l'a abattu; ils le remettent à un homme chargé uniquement de les coordonner, puis ils conduisent les bennes aux ouvriers qui s'occupent du triage du charbon.

2° Emploi des *tubs*.

Les petits *chariots* qui vont chercher le charbon jusqu'au fond des tailles, et qu'on appelle *tubs*, ne peuvent évidemment pas être élevés au jour

comme les bennes : aussi les place-t-on sur un plancher qui est attaché à l'extrémité du câble et qui se meut dans le puits. Nous avons représenté un de ces appareils dans les *fig.* 8, 9, 10 et 11, *Pl. VII*. Quatre montants verticaux en fer s'élevant aux 4 angles du plancher sont réunis à leur sommet par des tringles horizontales; le tout est supporté par quatre chaînes qui se rattachent à une chaîne principale. Chaque *tub* est placé sur ce plancher et maintenu, tant par deux rails sur lesquels se placent ses roues que par deux petites tiges verticales qui, mobiles autour d'un axe horizontal, peuvent venir se placer devant deux de ses faces verticales et l'empêcher de se mouvoir parallèlement à la direction des rails. Malgré ces précautions, il est peu probable qu'un *tub* pût résister aux balancements qu'il éprouverait dans le puits, si on n'employait pour diriger l'ascension des guides ou longues poutrelles en bois s'étendant sur toute la longueur du puits. Le plancher mobile présente des saillies de forme convenable qui embrassent 3 côtés de ces poutrelles et maintiennent ainsi une horizontalité constante. Quelquefois, pour diminuer les frottements, ce sont trois rouleaux attachés aux planchers qui se meuvent le long de chaque guide. Ces derniers sont dans chaque compartiment du puits au nombre de 4, 3 ou même 2, disposés dans les différents cas comme on le voit (*fig.* 5, *Pl. VIII*).

Ces appareils ne sont ordinairement employés pour élever au jour qu'un seul wagon à la fois : c'est ce qui a lieu à Saint-Lawrence, à Townley, etc., etc. Mais on conçoit très-bien la possibilité de superposer plusieurs planchers de la même forme. Lorsque nous visitâmes la mine de Kil-

lingworth on construisait dans ce but des cages à deux et à trois compartiments.

Les puits d'extraction présentent, quand on emploie des tubs, quelques dispositions particulières. Si la cage n'a qu'un seul compartiment, le fond du puits doit être suffisamment élevé pour que le plancher se trouve au niveau de la partie supérieure du *rolley*; on fait alors passer le *tub* sur ce plancher par une simple impulsion. Si la cage a deux ou trois compartiments, il faut approfondir le puits au-dessous de la galerie de roulage, de manière à pouvoir amener successivement chaque plancher dans le plan supérieur du *rolley*. A la surface le puits est recouvert de plaques de fonte dans lesquelles on ne ménage qu'une ouverture rectangulaire strictement suffisante pour laisser passer la cage. Quand celle-ci est arrivée au sommet du puits, on la fait monter un peu au-dessus de l'orifice, puis on fait tourner les bobines en sens contraire; la cage redescend et vient reposer sur deux supports disposés de telle manière, que le plancher se trouve exactement de niveau avec l'orifice du puits. Les supports employés sont de construction diverse, mais reposent tous sur le même principe. Nous avons figuré dans la *Pl. VII* une des dispositions adoptées. A deux axes horizontaux sont adaptés des cadres rectangulaires en fer qui peuvent se placer dans différents plans passant par chacun des axes. Toutefois un contre-poids que porte l'un d'eux tend à ramener ces cadres vers l'axe du puits, et dans l'état normal l'écartement de leurs parties supérieures est moindre que la longueur d'une cage. Lors donc que celle-ci arrive au jour elle écarte en montant les deux cadres et peut s'élever au-dessus de l'orifice.

Mais quand elle redescend, les supports ont repris leur position primitive et la cage repose dessus. Quand on en a fait sortir le wagon plein, et qu'on l'a remplacé par un autre vide, le machiniste le soulève un peu et le *banksman* écarte les deux supports à l'aide d'un levier disposé comme on le voit dans le dessin : la cage peut alors redescendre librement dans le puits. Quand il y a plusieurs compartiments, on répète pour chacun d'eux la même opération.

Cette méthode n'a été introduite à Newcastle que depuis 5 à 6 ans; mais elle a été employée antérieurement dans le pays de Galles et aux environs de Leeds et de Sheffield. On l'a plus ou moins compliquée dans l'exécution; nous avons figuré ce qui nous a paru le plus simple.

Avantages du second système.

Le dernier système d'extraction a des avantages incontestables sur le précédent; la charge est élevée dans le puits avec la même rapidité, qui est d'environ 50 fathoms par minute. (On cite comme extraordinaire l'exemple d'un puits, près de Sunderland, où les bennes sont élevées d'une profondeur de 265 fathoms en 2 minutes et $\frac{2}{8}$). Le chargement et le déchargement se font incontestablement avec plus de rapidité que dans le cas où on emploie des *corves*. Nous avons déjà fait voir combien ce mode était préférable pour le roulage intérieur. Il n'y a qu'une seule objection à y faire : c'est que le poids d'une cage et d'un *tub* surpassent beaucoup celui d'une benne; il faut donc une machine plus forte pour élever au jour la même quantité de charbon.

Descente des ouvriers.

Nous croyons à propos de dire ici quelques mots sur la manière dont les ouvriers montent et descendent par les puits. Il est rare qu'ils se mettent

dans les bennes, et jamais ils ne descendent par des échelles; ordinairement deux d'entre eux passent chacun une jambe dans une chaîne repliée sur elle-même et attachée à la chaîne principale par deux crochets qui entrent dans un même anneau. Quant aux enfants, ils se mettent à cheval sur la chaîne, sans aucun support. Lorsqu'ils arrivent à la surface le machiniste les arrête successivement au niveau de l'orifice et le *banksman* les attire sur le sol. Cette méthode, qui paraît fort dangereuse au premier abord, a été sanctionnée par l'expérience comme sujette à moins de dangers que toutes les autres.

Le machiniste entre les mains duquel repose ainsi la vie des mineurs est un ouvrier de confiance. Il contracte un engagement avec le directeur de la mine, et est soumis à un règlement sévère. Il reçoit 3 sh. 2 p. par jour, et quelquefois plus. Il est assisté par un chauffeur qui reçoit 2 sh. 6 p.

Il arrive rarement que le charbon soit livré au commerce dans l'état où il sort de la mine. On lui fait subir un triage et un criblage qui ont pour but d'en séparer les morceaux impurs ou trop petits. Les puits d'extraction sont toujours accompagnés d'appareils plus ou moins étendus qui servent à ces opérations. Ils consistent en cribles inclinés sur lesquels le charbon est versé à la partie supérieure. Ces cribles consistent généralement en barres de fer ayant de $0^m.01$ à $0^m.015$ d'épaisseur, et environ $1^m.20$ de longueur; elles reposent par leurs deux extrémités sur des traverses en fonte présentant des entailles rectangulaires (*fig*. 6, *Pl. VIII*). On les remplace avec avantage et économie par des grilles complétement en fonte qui ont six pieds de long et un pied de large. On juxta-

Criblage et tirage du charbon.

Cribles employés.

pose plusieurs de ces grilles, et on les supporte par des barres en fonte placées au-dessous de leurs extrémités. Chaque crible ainsi formé a de 5 à 6 mètres de long. Il faut y ajouter deux portions en tôle qu'on place aux deux extrémités; celle du sommet, destinée à recevoir le charbon, est ordinairement recouverte de vieux câbles plats destinés à éviter le cassage du charbon. Souvent les parois verticales du crible sont garnies sur toute leur longueur avec la même précaution. Les plaques de tôle qui terminent le crible à sa partie inférieure suivent son inclinaison sur une faible longueur, puis deviennent horizontales, afin de pouvoir retenir le charbon qui a glissé sur le crible. Du reste, l'appareil est muni dans le même but de deux portes mobiles autour d'un axe horizontal à leur partie supérieure, et qui sont ouvertes ou fermées par un système de tringles et de leviers mis à portée des ouvriers qui font tomber la houille des cribles dans les wagons. On trouvera tous ces détails représentés dans la *Pl. VII*.

Nous n'avons jusqu'ici rien dit de l'écartement des barres dans les grilles. Pour des charbons secs il y a des cribles de $\frac{1}{2}$ p. (1$^{\text{centim.}}$,269) et de $\frac{3}{8}$ p. (0$^{\text{centim.}}$,951). Pour les charbons mouillés ils sont remplacés par des cribles de $\frac{3}{4}$ et $\frac{5}{8}$ de pouce. Généralement on n'emploie aujourd'hui que ceux de $\frac{3}{8}$ pour charbons secs et $\frac{5}{8}$ pour charbon humide; mais, avant 1832, il y avait dans les lois qui réglaient le commerce du charbon un article en vertu duquel le charbon de $\frac{3}{8}$ pouvait être exporté avec un droit de 1 sh. par tonne; on ne vendait du reste à Londres que le charbon qui ne passait pas à travers $\frac{1}{2}$. Il y avait ainsi trois espèces de charbon : 1° le plus gros, appelé *Round coal*;

2° Le moyen appelé *Nuts* (noix) : il était soumis aux mêmes droits que le précédent et se trouvait en grande partie perdu ; 3° Le plus fin, appelé *Beans* (fèves) : on l'exportait avec avantage après l'avoir passé à travers un tamis pour en séparer la poussière.

Pour faire ainsi subir au charbon plusieurs criblages successifs, on disposait deux grilles au-dessous l'une de l'autre, et le charbon qui avait passé à travers la supérieure tombait sur l'inférieure. Enfin les *beans* tombaient dans une boîte d'où on les faisait sortir de temps en temps en ouvrant la trappe dont elle était munie. Aujourd'hui le crible intermédiaire est supprimé. Nous renverrons sans plus d'explication à notre dessin. Nous ajouterons seulement qu'un appareil de criblage complet, avec ses supports, coûte environ 300 livres (7,500 francs).

Introduction du charbon sur les cribles.

Les cribles présentent à leur partie supérieure une disposition plus ou moins simple destinée à faciliter le travail des ouvriers qui vident les bennes. Au niveau de l'orifice du puits est un plancher recouvert de plaques de fonte, et percé d'ouvertures rectangulaires correspondant à chacun des cribles. Lorsque le charbon est extrait par *corves*, et le plus souvent, lorsqu'il l'est par *tubs*, ces orifices sont accompagnés d'appendices fort simples, consistant en une poutrelle horizontale contre laquelle vient s'appuyer la benne quand on la renverse, et en pièces de fonte ou de bois placées sur le devant pour diriger et incliner convenablement le *tram* sur lequel est porté le vase qui contient le charbon. Les enfants qui aident le *banksman* mènent le charbon jusqu'à une petite distance du puits. Le *screenman* (homme du cri-

prend alors et l'amène à l'ouverture du où il le verse en inclinant d'abord la benne, puis la retournant complétement. Quelquefois les *tubs* sont munis en avant d'une trappe que l'on peut ouvrir pour faire tomber le charbon; mais cette manœuvre a été abandonnée parce qu'elle était moins rapide, et les vases qui présentent cette disposition sont renversés comme les autres.

Dans plusieurs mines on emploie avec les *tubs* un petit appareil placé au sommet de chaque crible. Celui dont nous donnons le croquis est en usage à la mine de *Benwell*. Il consiste (*fig*. 7 et 8, *Pl. VIII*) en un cadre rectangulaire supporté par deux montants verticaux, et reliés avec ceux-ci par destiges en fer. Un *tub* est amené sur le cadre hori zontal et y est maintenu uniquement par une poutrelle B et une barre de fer horizontale C, qui empêche la chute du wagon quand on le renverse. Cette dernière opération se fait par un mouvement de bascule autour d'un axe horizontal figuré en A et dont la direction passe à peu près par le centre de gravité de tout le système. Il suffit au *screenman* d'un très-léger effort pour vider le *tub* et le ramener ensuite dans la position normale; le tout se fait avec une grande rapidité. Le même principe est appliqué avec de légères modifications au renversement des *tubs* cylindriques.

Le charbon arrivé à la base des cribles est trié par des enfants qui en retirent les morceaux pyriteux et font tomber le reste à l'aide d'une pelle dans les wagons placés au-dessous. Quant au menu, on le reçoit dans une autre série de wagons qui se meuvent sur un chemin parallèle au premier.

Les *screenmen* qui vident le charbon sur les cribles sont payés de 2 sh. 6 p. à 3 sh. par poste

de 12 heures. Les enfants qui le font tomber dans les wagons reçoivent 1 sh. 6 p. à 2 sh.

Quelquefois le charbon est vendu tel qu'il sort de la mine ; l'orifice du puits n'a plus alors besoin d'être aussi élevé au-dessus du sol, et le plancher où sont reçues les bennes est simplement à une hauteur suffisante pour qu'on puisse commodément décharger dans les wagons ou les charrettes qui emportent le charbon. **Charbon non criblé.**

Dans plusieurs mines on extrait à certaines époques plus de charbon qu'on n'en peut vendre, afin de pouvoir suffire aux demandes du commerce lorsqu'elles deviendront plus considérables. Il faut alors emmagasiner le charbon à la surface. Quelquefois on en fait simplement des tas en plein air, en construisant tout autour des murs avec du gros charbon; mais généralement on évite de laisser la houille exposée aux intempéries de l'air. Nous ne citerons ici que les magasins qui sont placés immédiatement dans le voisinage de la mine, et nous ne parlerons de ceux qui en sont éloignés qu'après avoir traité du roulage à la surface. **Emmagasinage de la houille.**

A la mine de *Gosforth*, un vaste hangar soutenu par des poteaux est placé presqu'au contact du puits d'extraction; le charbon y est amoncelé sans être criblé. L'orifice du puits ne se trouve qu'à trois mètres environ au-dessus du sol, et les *corves* sont d'abord amenées sur des *trams* jusqu'au bas du hangar le long d'un petit plan incliné. On les renverse et le charbon est ensuite rangé avec soin ; on ramasse le gros tout autour et on ménage des canaux destinés à la circulation de l'air. A mesure que la houille s'élève on établit de petits chemins en fonte sur lesquels les bennes sont menées jusqu'à l'extrémité du hangar. On m'a dit

que la casse et la perte due au contact prolongé de l'air étaient fort peu considérables.

A *Whitehaven*, sur la côte opposée de l'Angleterre, le charbon est criblé avant d'être emmagasiné. Les *fig.* 9 et 10 peuvent donner une idée de la disposition adoptée.

Le puits d'extraction aboutit au jour sur le flanc d'une colline à laquelle sont adossées toutes les constructions qui avoisinent ce puits. Le magasin de houille est à l'étage tout à fait inférieur. Le charbon qui doit y être amené est reçu au bas des grilles dans des wagons, et ceux-ci viennent par les petits chemins EF jusqu'au bord d'un plancher où on les renverse. La houille qui doit être emportée immédiatement tombe par l'ouverture rectangulaire PP dans des wagons placés au-dessous et qui sortent par la porte A. B sert de passage aux wagons qui sont remplis de petit charbon, et C à ceux qui ont été chargés avec les portions emmagasinées.

Comparaison du système d'extraction à Newcastle avec les autres méthodes employées en Angleterre.

Le système d'extraction employé à Newcastle est très-bien approprié aux conditions qu'il doit remplir et me paraît préférable, toutes choses égales d'ailleurs, à toutes les méthodes employées dans d'autres parties de l'Angleterre. Pour ne parler que des principaux districts houillers, citons l'exemple du pays de Galles, du Shropshire et du Staffordshire, du Lancashire et du Yorkshire, enfin de l'Écosse.

Dans le sud du pays de Galles les modes d'extraction sont très-variés. Tantôt les couches de houille se trouvent au-dessus du niveau des plaines, et des galeries creusées dans le flanc des montagnes servent de chemin à la houille pour arriver au

jour ; tantôt le combustible est élevé par des puits, dont le fond se trouve au-dessus du niveau des vallées, par une machine hydraulique que nous avons étudiée et dessinée avec soin sur les lieux, et à laquelle nous consacrerons un article à la fin de ce mémoire; tantôt enfin on emploie des machines à vapeur placées à l'orifice des puits. Dans tous les cas, le wagon qui a été chercher la houille au fond des tailles est directement amené au jour, et la transporte jusqu'au point où elle doit être employée. Quand il remonte par un puits il est placé sur une plate-forme analogue à celles qu'on emploie à Newcastle dans le système des tubs. Les puits sont assez nombreux, de forme rectangulaire ou ellipsoïdale et de grande dimension. Les engins sont le plus souvent en fonte; ceux qui sont construits en bois offrent moins de simplicité que ceux de Newcastle; ils ont ordinairement quatre montants. Leur seul avantage est d'être recouvert par une construction en planches.

Dans le Shropshire et le Staffordshire, les puits sont très-multipliés, et on en creuse toujours deux dans le voisinage l'un de l'autre. L'extraction y est faite par une machine unique placée à une certaine distance et mettant en mouvement les cordes qui descendent dans les deux puits. Le charbon est élevé sur des plates-formes où il est maintenu par des cercles en fer et par les chaînes qui servent à attacher la plate-forme. Celle-ci est chargée au bas du puits et n'a point de roues. Quand elle arrive à la surface, un plancher mobile recouvre l'orifice du puits et reçoit la charge entière. On traîne la plate-forme à une petite distance et on la renverse; en même temps on la remplace par une autre qu'on redescend dans le puits après avoir fait reculer le

plancher mobile. Celui-ci est utile sous le rapport de la sûreté, mais il amène peut-être plus de lenteur dans l'extraction. Les engins sont fort simples : quelquefois ils consistent simplement en une poutre inclinée au sommet de laquelle est adaptée une poulie, et qui est maintenue par quelques pièces de bois; souvent ils sont remplacés par deux montants verticaux.

Les machines sont excessivement grossières et généralement exposées à toutes les intempéries de l'air. La *fig.* 11 peut donner une idée de la disposition adoptée. Il est inutile de faire ressortir l'infériorité de ce système sur celui qu'on emploie à Newcastle. Indépendamment de l'impossibilité où l'on se trouve dans cette dernière localité de creuser un grand nombre de puits, il est évident que tous les transvasements qu'on fait subir au charbon le réduisent en petits fragments et occasionnent des pertes.

Dans le Lancashire, aux environs de Bolton et de Manchester, et dans le Yorkshire, près de Sheffield et de Leeds, le système d'extraction est assez bien entendu. Dans ces deux dernières localités, des wagons vont chercher la houille au fond des tailles et sont amenés directement au jour, tout à fait comme les *tubs* à Newcastle. Nous avons même déjà remarqué que cette méthode était employée dans le Yorkshire bien avant de l'être dans le Northumberland. Les engins de Sheffield sont beaucoup plus compliqués que dans ce comté, et ils sont accompagnés de mécanismes plus ou moins ingénieux, destinés à supporter la plateforme quand elle arrive au jour.

En Écosse, aux environs de Glasgow on creuse

des puits d'un petit diamètre, dans lesquels on élève trois bennes les unes au-dessus des autres. Cette méthode se rapproche en ce point de celle qu'on suit à Newcastle ; elle en diffère un peu en ce que les bennes sont guidées par une baguette horizontale attachée au-dessus d'elles à la chaîne d'extraction, et portant à ses extrémités deux galets qui roulent sur deux montants verticaux. Du reste, la partie mécanique est de beaucoup inférieure à celle que nous avons décrite avec tant de détails.

En résumé le système employé à Newcastle est susceptible de plusieurs perfectionnements qu'on peut énoncer ainsi :

1° Il faut chercher à tirer un plus grand effet utile des machines à vapeur, et l'on y parviendra surtout en modifiant soit la forme, soit la position des chaudières.

2° Les engins, les molettes et les puits d'extraction devraient être mis à l'abri des intempéries de l'air; on y parviendrait facilement en imitant ce qui a été fait dans le pays de Galles, c'est-à-dire en surmontant chaque puits d'un tronc de pyramide rectangulaire dont deux arêtes seraient les deux montants de l'engin. Des pièces de bois de dimensions beaucoup moins fortes serviraient à maintenir les planches, qui se réuniraient suivant les deux autres arêtes.

3° Il sera avantageux de substituer à l'emploi des *corves* celui des *tubs*, avec la méthode d'extraction que j'ai décrite. Il en résultera un léger inconvénient, à savoir que la quantité de houille extraite à chaque fois sera un peu moindre pour la même force employée, à cause du poids des tubs et des cages. Mais si l'on considère que toutes les

mines des environs de Newcastle ne tirent jamais toute la houille qu'elles peuvent produire, faute de débouchés, ou par suite de conventions établies, le désavantage que nous venons de citer disparaîtra complétement.

Emploi du petit charbon.

Nous terminerons tout ce qui est relatif à l'extraction par quelques mots sur l'emploi du petit charbon. Une très-faible quantité était livrée au commerce avant l'édit publié par le Parlement en 1832 (voir plus loin le chapitre sur le commerce du charbon). Aujourd'hui elle est un peu plus considérable, mais il y en a encore beaucoup de perdu et on est souvent forcé de le brûler sur les haldes. Un débouché est ouvert par la consommation des ouvriers, et un autre par la transformation en coke. Celle-ci se fait dans un grand nombre de mines auprès des puits d'extraction. Une rangée de fours, ayant leur sommet à une petite distance du plancher qui surmonte l'orifice du puits, est directement alimentée par les fragments qui passent à travers les cribles. Le coke obtenu n'a pas toutes les qualités de celui que donne le gros charbon : aussi la demande, et par suite la production, sont-elles assez restreintes. Les fours employés sont ceux qu'on connaît sous le nom de fours anglais. A la mine de Townley on avait un peu modifié leur forme ; un essai fut tenté avec un four complétement ouvert sur le devant. Il se fermait à l'aide d'une porte en fonte à deux battants qui ne devait laisser aucun passage à l'air. Du reste, les autres dispositions étaient les mêmes qu'à l'ordinaire. Le charbon, étant très-tendre, contenait beaucoup de poussière, et le directeur de la mine espérait que toute la masse s'agglutinerait et formerait un seul morceau de coke qu'il retirerait en

ouvrant sa grande porte; malheureusement ses espérances ne furent pas réalisées.

Il y a certaines mines où l'on brûle jusqu'à 90 et 100 quintaux de petit charbon par jour. On est obligé de payer de fortes indemnités aux propriétaires voisins, pour compenser les dommages faits par cette pratique à la culture.

(La suite à la prochaine livraison.)

MÉMOIRE

Sur l'exploitation des mines de houille aux environs de Newcastle sur Tyne;

Par M. PIOT, Élève-Ingénieur des mines.

(SUITE.)

VIII.

TRANSPORT DE LA HOUILLE A LA SURFACE.

Transport sur les routes ordinaires.

En l'année 1600 on n'employait à Newcastle pour le transport de la houille que des chariots trainés sur les routes ordinaires par des chevaux; quelquefois même le charbon était transporté dans des paniers sur le dos de ces animaux. Aujourd'hui la première méthode est encore en usage dans certaines mines de peu d'étendue ou qui sont dans une impossibilité complète de mener leurs produits à la Tyne par des chemins de fer. Telles sont, par exemple, les exploitations peu importantes situées au nord de Newcastle et dans son voisinage immédiat; il leur faudrait faire un très-grand détour pour arriver à la rivière sans traverser la ville. Aussi elles ont de petits embarcadères sur le quai même, et elles y envoient le charbon par des charrettes qui contiennent environ une tonne (1015 kilogrammes). Ces transports se font ordinairement par contrat. Les conducteurs qui fournissent le chariot et le cheval sont payés par mille et par tonne de 7 à 8 pence (72 à 83 cent.) sur les routes de première classe (turnpike roads) et de 9 à 10 pence ($0^f,92$ à

1f,04) sur les routes ordinaires qui traversent la campagne; ils doivent charger eux-mêmes leur voiture. D'après les nombres donnés ci-dessus, on calcule aisément qu'ils reçoivent de 0f,40 à 0f,60 pour 1000 kilogrammes transportés à un kilomètre.

Cette dépense devient considérable pour les mines éloignées du point d'embarquement, et elle devait nécessairement conduire à des perfectionnements dans le système de transport.

Transport sur railways. Rails en bois.

Les premiers chemins à bandes (railways) furent introduits en 1640 par M. Beaumont. Ils consistaient en poutres de chêne de 5 à 6 pouces carrés qu'on plaçait directement sur le sol et en travers desquels on mettait d'autres pièces du même bois de 6 à 7 pouces de large et 5 pouces d'épaisseur; on en superposait plusieurs les unes aux autres (*fig.* 12, *Pl. VIII*). Ces *rails* (bandes) offraient une très-grande résistance au roulement quand ils étaient mouillés; cependant il y avait une économie très-notable, car la charge d'un cheval était à cette époque sur les routes ordinaires de 8 *bolls* ou 17 quintaux anglais (860 kilogrammes), et elle monta sur le chemin de bois à 19 *bolls* ou 42 quintaux (2130 kilogrammes). En général, les mines étaient placées à un niveau supérieur au point d'embarquement, et on maintenait autant que possible une pente graduée vers la rivière. Quand cela était impossible et qu'il fallait remonter les charges, on clouait sur le bois des bandes de fer plat. En 1738 on essaya pour la première fois des rails en fonte, mais jusqu'alors les wagons étaient trop lourds et n'avaient que des roues en bois : aussi les tentatives furent-elles abandonnées. En 1768, on les repriten employant plusieurs petits

wagons au lieu d'un seul ; d'ailleurs, depuis 1753, on se servait de roues métalliques.

Aujourd'hui les rails en bois sont complétement abandonnés dans tous les environs de Newcastle.

Le premier chemin avec rails métalliques qui ait été établi dans le Northumberland, date de l'année 1797 ; il allait de la mine de *Lawson* à la mer. Les rails étaient en fonte et de forme plate (*fig.* 13), avec un renfort qui s'étendait sur presque toute la longueur ; ils étaient fixés sur des dés en pierre par des clous ou chevilles de fer. On n'emploie plus cette espèce de rails que dans l'intérieur des mines (voir ce que nous avons dit du roulage intérieur) ou à la surface, tout près du puits d'extraction. Ils ne constituent jamais que des *tramways*, et présentent des modifications plus ou moins importantes de la forme précédente. Les premiers rails à champignon reposant sur des chairs furent employés en 1789 par M. Jessop. Ils sont en grand usage à Newcastle. Leur longueur varie de $0^m,90$ à $1^m,20$; la largeur du champignon est de $0^m,065$ à $0^m,03$. L'épaisseur du rail est de $0^m,012$ à $0^m,02$. Il y a un cordon saillant sur toute la partie inférieure ; enfin la hauteur CD est de $0^m,08$ à $0^m,15$ (*fig.* 14). Toutes les dimensions que j'ai prises moi-même étaient comprises entre ces limites. Les rails sont simplement juxtaposés et engagés dans des chairs dont ils ne peuvent sortir que dans la direction de leur longueur, ou bien ils sont maintenus par des chevilles qu'on place ordinairement à égale distance de la base et du sommet des rails (*fig.* 15). En 1816 un brevet fut accordé à M. Losh, un des propriétaires de la fonderie de Walker, et

Rails en fonte.

à M. Georges Stephenson pour le mode d'assemblage suivant (*fig* 16). Chaque rail est entaillé à ses extrémités sur une longueur de 2 pouces $\frac{1}{2}$ et sur la moitié de son épaisseur; la portion restante est renforcée, et les rails sont réunis deux à deux par une seule cheville. Ce système qu'on a appliqué à plusieurs des grands chemins de fer anglais nous paraît avoir été mal exécuté aux environs de Newcastle. Presque tous les rails ainsi entaillés ont leurs extrémités brisées. On a probablement voulu remédier à cet inconvénient en essayant les formes des *fig*. 17 et 18, qui, du reste, sont fort peu employées. Dans la première, les rails sont simplement juxtaposés dans leur chair, et une entaille demi-cylindrique pratiquée dans la tranche de chaque rail est remplie par une goupille. Dans la deuxième, on évite l'emploi de la goupille en moulant sur une des tranches un bourrelet qui doit remplir l'entaille pratiquée sur l'autre. Ces deux systèmes ne peuvent évidemment empêcher que le soulèvement des rails.

Quoi qu'il en soit, les rails en fonte sont encore les plus répandus à Newcastle, peut-être à cause de leur bon marché : ils coûtent de 7 à 8 shillings le quintal, et à une certaine époque on en versa dans le commerce une très-grande quantité à 5 et 6 shillings. Toutefois on commence à y substituer avec avantage les rails en fer forgé.

Rails en fer.

Les premiers rails en fer ont été employés en 1805 par M. C. Nixon à la mine de Walbotte. Ils consistaient en barres carrées de deux pieds de long, entaillées à chaque extrémité sur la moitié de leur épaisseur et réunies par des chevilles. Vers 1815 on introduisit pour la première fois les rails à champignon et en fer aux mines de lord

Carlisle dans le Tindale, Cumberland. En 1820, M. Birkinshaw obtint un brevet pour la fabrication des rails ondulés. Ces derniers sont employés concurremment avec les précédents aux environs de Newcastle. Le mode d'assemblage et la pose sont identiquement les mêmes que sur les chemins à grande vitesse. On entaille souvent les deux extrémités comme pour les rails en fonte. Le poids des rails en fer est de 30 à 40 livres par yard; ils se vendent le même prix que le fer de même échantillon.

Rails en fer et fonte

En 1817, M. John Hawles, de Gateshead, au sud de Newcastle, imagina de faire le champignon des rails en fonte et le dessous en fer, parce que le premier devait surtout résister à la pression et la seconde partie à la tension. On fabriquait d'abord la portion en fer, et on lui laissait sa surface supérieure dans un état très-grossier; puis on coulait de la fonte par-dessus. Ce mode était très-dispendieux et d'une exécution difficile.

Disposition de la voie

Presque tous les chemins de fer employés pour le transport à la surface ont la même largeur de voie: elle est de 4 pieds et demi ou $1^{m},37$. Quant aux pentes et aux courbes il n'y a rien de particulier à en dire, si ce n'est que le service de ces chemins étant la plupart du temps fait par des chevaux, on peut y apporter moins d'attention que dans les chemins à grande vitesse.

Le croisement de deux voies se fait comme à l'ordinaire sur des plaques en fonte. Il arrive fréquemment qu'une voie se bifurque ou que deux voies se réunissent en une seule. Pour faire passer les wagons sur tel ou tel chemin on emploie divers moyens, dont les deux principaux sont représentés (*fig.* 19 et 20). L'une des deux voies se

termine par deux petites barres de fer mobiles qu'on place en contact avec la voie principale lorsqu'on veut faire passer le train sur la voie secondaire. Dans l'autre système, on emploie de longues pièces de bois mobiles autour d'un axe vertical et garnies de fer sur les côtés pour intercepter telle ou telle voie. Les pièces sont arrêtées à l'extrémité libre par de petits poteaux verticaux qui les empêchent de céder à la force de traction exercée sur les wagons. Si deux voies se croisent à angle droit, on fait passer les wagons de l'une sur l'autre à l'aide d'un plateau mobile sur un pivot et supporté par quatre roulettes. Ce plateau a des formes variables : quelquefois il consiste en une plate-forme cylindrique ; d'autres fois il est rectangulaire. Nous avons remarqué la forme de la *fig.* 21 : c'est un châssis en fonte, dont deux côtés sont réunis par des barres de fer. Ce système a le désavantage de n'avoir que deux rails. Du reste, c'est ce qui arrive le plus souvent dans le district de Newcastle.

Des wagons.

Les wagons employés à la surface sont très-uniformes : il n'y a qu'une ou deux mines qui ne suivent pas l'usage général ; comme cette exception se rattache au système d'embarcadère employé, nous n'en parlerons qu'un peu plus loin.

Nous avons représenté dans la *Pl. X, fig.* 4 à 7, le wagon communément employé. La caisse destinée à contenir la houille est en bois ou en tôle, portée sur un cadre en bois auquel sont attachés les coussinets des essieux, et renforcée par des pièces de bois ou des barres de fer ; au cadre inférieur sont adaptés des crochets et divers appendices qui servent à réunir les wagons d'un même train.

Les dimensions intérieures de la caisse sont les suivantes :

		mètres.
Longueur au sommet. .		2,25
Largeur	*id.* . .	1,50
Longueur à la base. . .		1,50
Largeur	*id.* . .	1,00

Elle contient 53 quintaux anglais lorsqu'elle est remplie jusqu'au niveau des bords supérieurs. Son fond est munie d'une trappe mobile autour d'une charnière, et peut s'ouvrir de manière à laisser tomber toute la houille ; la fermeture se fait au moyen d'une chaîne dont l'extrémité s'attache en un point fixe, ou par tout autre procédé.

Les roues sont une des parties les plus importantes; anciennement elles étaient en bois et composées de deux ou trois pièces réunies par des chevilles en bois et des pièces de fer en S. La circonférence était tournée et l'axe était en fer forgé; on modérait la vitesse à l'aide d'un frein. En 1765 on imagina d'employer deux roues en bois et deux roues en fonte; enfin on n'employa plus que des roues en fonte. La fabrication de celles-ci offrait dans le principe de grandes difficultés. Aujourd'hui ces roues ont de 6 à 10 rayons; leur diamètre est de $0^m,8$ et leur épaisseur de $0^m,15$. L'essieu est complétement fixé à la roue à l'aide de coins en bois et en fer qu'on force entre lui et le vide du moyeu. Pour éviter l'usure de la jante, qui était assez prompte, on imagina de la refroidir rapidement, par la même méthode que les laminoirs. Ces roues pèsent généralement 2 quintaux $\frac{3}{4}$ et sont vendus 22 shillings. Celles qui sont un peu plus lourdes coûtent 24 shillings. MM. Losh et Stephenson ont pris un brevet

pour des roues en fonte avec des rayons en fer qu'on place dans le moule. Cette modification a pour but d'éviter les funestes influences du retrait pendant le refroidissement : car de celui-ci résultait souvent une disposition moléculaire telle, que les roues se brisaient par le moindre choc. Dans la nouvelle disposition on n'a plus à craindre cet effet, et l'adhérence des rayons à la jante et au moyeu augmente par le refroidissement. Les rayons sont ordinairement rectilignes et au nombre de six à dix. On en fait quelquefois en forme d' S; mais cette disposition n'est pas employée pour les grands wagons : elle ne sert que pour les *rolleys* employés sous terre dans la galerie principale de roulage (*fig.* 22, *Pl. VIII*). Un autre procédé consiste à faire la roue entièrement en fonte, mais à diviser le moyeu par trois plans passant par l'axe. La jante est d'une seule venue et les rayons lui sont adhérents; mais le moyeu se compose de trois parties, dont chacune réunit par leurs extrémités centrales un même nombre de rayons. Quand on adapte ensuite l'essieu à la roue, les coins qu'on enfonce pour produire l'adhérence consolident toute la masse. Cette disposition évite encore très-bien l'influence du retrait. Tous les wagons sont munis d'un frein en bois qui passe à la fois sur deux roues. Quelquefois le levier est en fer, et ce qu'on peut appeler les mâchoires du frein sont en bois; cette disposition est figurée dans notre dessin. Les wagons en bois pèsent 28 quintaux et coûtent 20 livres (500 fr.) pièce. Ceux en tôle sont un peu plus légers, mais moins solides, et durent beaucoup moins longtemps : aussi leur usage est-il moins répandu. D'ailleurs les wagons en bois sont ordinairement doublés intérieurement avec de la tôle mince.

Sous le rapport des moteurs employés, nous diviserons tout ce qui va suivre en deux parties : l'une contiendra tout ce qui est relatif au transport sur les parties planes ou peu inclinées, et l'autre traitera du roulage sur les fortes pentes.

Moteurs employés.

Pendant longtemps on n'employa d'autres moteurs que des chevaux, même sur de fortes pentes. A l'époque des chemins en bois la charge moyenne d'un cheval était de deux à trois tonnes, y compris le poids du chariot. Il est vrai de dire que ces chemins suivaient presque toujours la pente naturelle du sol, circonstance qui donna naissance à de nombreux accidents.

1° Parties sensiblement planes.

Chevaux.

Quand les rails en bois furent garnis de bandes en fer plat, un cheval traînait 53 quintaux. Après l'introduction des rails en fonte, on dut faire une grande réduction dans les pentes sur lesquelles on faisait marcher les chevaux, et le transport s'effectua d'une manière différente quand l'inclinaison devint considérable.

Sur les chemins de fer qui ne desservent qu'une seule mine, les chevaux sont aujourd'hui généralement employés; il n'y a que les exploitations les plus considérables qui fassent usage de locomotives. La charge traînée par un cheval est nécessairement variable avec la pente sur laquelle a lieu la traction. Très-souvent ce moteur n'est employé que pour remonter les wagons vides. Ainsi, dans un grand nombre de mines, le chemin qui aboutit à l'embarcadère est disposé en totalité ou en partie de manière que les wagons pleins puissent descendre sans qu'on ait besoin d'y appliquer aucune force; un homme seul, monté sur le dernier wagon, modère avec un frein la vitesse quand elle devient trop considé-

rable. Si la pente est assez grande, on réduit le nombre des wagons qui composent un train, ou bien on emploie deux ou trois hommes agissant à la fois sur trois freins différents. Un pareil convoi est souvent composé de huit wagons. Un ou deux chevaux viennent les chercher quand ils ont été vidés et les remontent jusqu'à l'endroit d'où ils sont partis.

Les chevaux appartiennent à la mine; leurs conducteurs sont payés 2 schillings 6 pence par jour.

Locomotives.

Quand la distance à parcourir est considérable, il est plus avantageux d'employer des locomotives. Il est rare, comme nous l'avons déjà dit, qu'une exploitation en emploie pour elle seule. On en trouve cependant quelques exemples, notamment aux mines de Killingworth et de Gosforth, où le chemin a une longueur de 5 à 6 milles. Mais il y a plusieurs chemins de fer à locomotives établis primitivement pour le service d'un grand nombre de mines : tels sont le chemin de Darlington à Stockton, qui transporte à l'embouchure de la Tees les produits des mines situées dans le district attenant à cette rivière; celui de Clarence, qui fait concurrence au premier sur une partie de sa longueur, mais qui remonte beaucoup plus loin en suivant le cours supérieur de la Wear; celui de Stanhope à la Tyne, qui est à peu près perpendiculaire aux deux précédents : on peut joindre à ceux-ci les chemins de Newcastle à Sunderland et de Sunderland à Durham, qui sont destinés au transport des voyageurs, mais sur lesquels se fait une circulation active de wagons chargés de houille.

Le chemin de Darlington présente dans sa partie plane un développement d'environ 21 milles

anglais et transporte annuellement plus de 600.000 tonnes de houille. Celui de Stanhope à la Tyne dessert 12 mines de houille : son matériel se compose de 16 locomotives et de 1.000 wagons ; la longueur du chemin est de 37 milles.

Pour donner une idée des frais de transport sur tous ces chemins, nous donnerons les tarifs de trois d'entre eux. **Frais de transport.**

Sur celui de Newcastle à Carlisle, pour une distance totale de 58 miles, les wagons étant fournis par la compagnie, les tarifs sont les suivants :

Houille pour l'exportation, 6 sh. 10 p. $\frac{1}{2}$ par tonne.

Id. pour consommation intérieure, 10 sh.

Coke et charbon de bois pour l'exportation, 11 sh. 10 p. $\frac{1}{2}$.

Coke et charbon de bois pour la consommation intérieure, 15 sh.

Sur le Brandling-junction-railway, qui se détache du précédent à Redheugh et va aboutir d'une part à South-Shields, et de l'autre à Sunderland, les prix sont les suivants :

	Wagons fournis par la mine. Pen.		Wagons fournis par la compagnie. Pen.
Charbon pour l'exportation.	1	par tonne et par mille.	1 $\frac{1}{8}$
Charbon pour consommation intérieure.	1 $\frac{1}{4}$		2
Coke pour l'exportation. . .	2		2 $\frac{1}{8}$
Coke pour consommation intérieure et charbon de bois.	2 $\frac{1}{2}$		3

Sur le chemin qui va de Newcastle à North-Shields, le tarif est beaucoup plus élevé. Le transport se faisant par les wagons de la compagnie, on paye :

Pour une distance moindre que. .	1 mille $\frac{1}{2}$	6 pence par tonne.
Pour une distance supérieure à. .	1 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$

Ce dernier est, du reste, placé de manière à n'être d'aucune utilité pour toutes les mines voisines, car il longe la Tyne dans presque toute son étendue.

M. Buddle estime que le transport de la houille sur les chemins de fer aux environs de Newcastle coûte environ 1 penny par tonne et par mille anglais, ce qui fait 6 cent.,25 par tonne, intérêt du capital du chemin et des machines compris. C'est le tarif du chemin de Darlington à Stockton.

2° Plans inclinés.

Quand la pente du chemin devient telle qu'il ne peut être économiquement parcouru par les chevaux ou les locomotives, on a alors recours à d'autres moyens de transport. Les wagons sont, dans tous les cas, attachés à l'extrémité d'une corde qui leur transmet l'action d'un moteur quelconque.

Câbles.

Les câbles employés sont ronds et de grosseur variable, suivant la charge qu'ils supportent. Dans quelques endroits on emploie de vieux câbles plats, mais ils sont moins convenables. Le diamètre des câbles ronds varie de 1 à 3 pouces. On les assemble en déroulant les torons aux deux extrémités, les entremêlant et reliant avec de grosses ficelles. La durée est variable; on fait, du reste, les réparations aussitôt qu'elles deviennent nécessaires. Nous avons vu de ces câbles qui avaient trois ans de service. A Townley on a imaginé d'enrouler tout autour de la ficelle qui forme une espèce de manchon destiné à préserver l'intérieur de l'action de la poussière et de celle du soleil ou de l'humidité; on y a trouvé un grand avantage.

Fort rarement les câbles sont remplacés par des chaînes; nous n'en avons vu qu'un seul exemple, encore le plan incliné avait-il une très-petite étendue.

Pour soutenir les câbles et les guider on emploie des poulies ou des rouleaux. Poulies et rouleaux.

Les poulies sont en fonte et généralement très minces. Leur longueur moyenne est de $0^m,15$; leur diamètre maximum, de $0^m,4$. Le poids est de 20 à 25 livres. On les vend de 15 à 16 shillings le quintal. Ces supports jouent un rôle important, car le frottement dépend de leur diamètre ou plutôt du rapport de leur diamètre avec celui de l'axe autour duquel ils tournent. M. Wood est arrivé par l'expérience au résultat suivant : si on suppose que la corde traîne librement sur le plan, la résistance due au frottement s'obtiendra en prenant le poids de tout l'appareil, tambours, roues, poulies et corde, y ajoutant la pression de celle-ci sur la roue, et sa pression aux points où la route tourne, puis réduisant la somme au tiers. Du nombre ainsi obtenu on passera au frottement, dans le cas où la corde est soutenue par des rouleaux ou poulies, en divisant le premier par le rapport de la circonférence de ces poulies à celle de leurs axes.

Les coussinets dans lesquels tournent les axes présentent des dispositions variables. Les deux plus fréquentes sont les suivantes : une plaque de fonte de 6 à 7 décimètres de long et d'un décimètre de large est fixée sur un bloc de bois ou de pierre enfoncé dans le sol (*fig.* 23, *Pl. VIII*). Cette plaque porte deux montants verticaux également en fonte, auxquels sont attachées deux pièces de bois d'un décimètre de large environ et de 4 décimètres de haut. Un trou cylindrique que l'on y pratique fait l'office de coussinet. Le bois est suffisamment dur pour que le trou ne s'agrandisse pas facilement. Un pareil système ne peut évi-

-ment convenir que dans les cas où l'axe n'a pas à supporter une grande pression. Aussi y substitue-t-on avec avantage le petit appareil en fonte représenté *fig.* 24. Il se compose de deux supports coulés d'une seule pièce, avec une même plaque de fonte qui sert à les fixer sur le bois ou sur la pierre. La distance entre les poulies est assez généralement de 8 à 10 yards, et quelquefois beaucoup moindre.

Dans les endroits où le chemin est curviligne, les poulies sont inclinées du côté vers lequel est tournée la convexité de la courbe (*fig.* 25). Le support est composé en grande partie de fonte. L'axe incliné se termine par un pivot, autour duquel s'effectue la rotation, et l'autre extrémité s'engage dans une pièce de bois tout à fait semblable à celles que nous avons décrites plus haut.

Dans les endroits où les cordes sont sujettes à osciller, au lieu de poulies on emploie des supports allongés en bois ou en fonte; ils ont la forme cylindrique ou celle d'une surface de révolution. Ceux en fonte sont très-légers et beaucoup plus convenables. Ils sont supportés comme les poulies (*fig.* 26).

Dans les parties courbes, indépendamment de la disposition particulière des poulies que nous avons mentionnée, on emploie des troncs de cône en fonte dont la grande base est en haut, et qui peuvent tourner autour d'un axe vertical fixé en terre. Leur forme conique tend à abaisser constamment le câble, et par conséquent à le faire porter sur les poulies (*fig.* 27).

Enfin, quand le chemin de fer traverse une route où passent des voitures, pour préserver les

câbles on creuse un sillon étroit que l'on garnit de planches, et on combine la profondeur de ce sillon et sa longueur de telle manière, que la corde soit toujours au-dessous du niveau de la route, lors même qu'il est soumis à sa tension maximum.

Les dispositions que nous venons de décrire sont communes à toutes les espèces de plans inclinés; nous nous occuperons maintenant de la production du mouvement, et, sous ce point de vue, nous diviserons les plans inclinés en deux classes, savoir : les plans automoteurs (selfacting planes) et ceux où la traction s'opère par une machine à vapeur fixe.

Il y a aux environs de Newcastle quelques plans automoteurs à double voie; mais plus généralement celle-ci est simple, et n'est double que sur une certaine longueur, au point où doivent se rencontrer les wagons montant et descendant. Il y a alors une seconde rangée de poulies placées hors de la voie principale, à une très-petite distance. Plans automoteurs.

Le mécanisme de ce système de plans consiste en ce que le poids des wagons remplis de houille suffit pour remonter les wagons vides : une corde attachée par ses deux extrémités aux deux convois s'enroule sur une grande roue de 6 à 10 pieds anglais, sur la circonférence de laquelle est pratiquée une gorge de poulie. Le plan et la coupe (*fig.* 28 et 29) ont été pris à la mine de *Benwell*, où trois plans automoteurs consécutifs descendent les wagons jusqu'à la Tyne. La roue et la charpente qui la supporte sont placées à un niveau tel, que les wagons puissent facilement passer au-dessous. Le mouvement de rotation a lieu autour d'un axe vertical qui repose par un pivot sur une

crapaudine. Le même axe porte une deuxième roue munie d'un frein ; la disposition qu'il présente est figurée à part. Un axe vertical s'étend sur toute la hauteur du hangar qui contient les roues. A cet axe est fixé un petit levier qui s'attache à articulation aux deux extrémités du frein. Un autre levier plus grand et placé beaucoup plus bas permet de faire tourner l'axe dans tel ou tel sens; mais un poids agit sur ce levier à l'aide d'une chaîne et d'une poulie de renvoi, de manière à serrer le frein et empêcher tout mouvement de rotation (*fig.* 30). Quand on veut faire fonctionner le plan incliné, l'ouvrier doit agir sur le levier de manière à contre-balancer tout ou partie de l'action du poids.

La corde s'enroule sur une partie plus ou moins grande de la roue, suivant qu'elle a plus ou moins de tendance à glisser sur celle-ci. Généralement l'arc n'est pas moindre que la demi-circonférence : c'est ce qui a lieu à Benwell. Dans d'autres localités, et notamment à Vall's end, nous avons vu la corde embrasser la presque totalité de la roue. En éloignant plus ou moins de celle-ci les poulies à axe vertical A, A (*fig.* 31), on peut faire varier jusqu'à la demi-circonférence l'arc entouré par la corde.

Quelquefois la roue est placée dans une fosse au-dessous du niveau du sol et recouverte par un plancher. Les cordes sortent par deux ouvertures de dimensions convenables, et sont guidées au-dessous et au-dessus de la surface par des poulies. Toutes les fois que j'ai vu employer cette disposition, il n'y avait pas de frein sur l'axe de la roue. Pour ralentir la marche du convoi, un ouvrier descendait avec les wagons pleins et agissait di-

rectement sur les roues de l'un d'entre eux à l'aide du frein dont il était muni. Cette méthode est beaucoup plus dangereuse que la précédente, et ne peut être suivie que sur de faibles inclinaisons ; c'est ce qui a lieu à la mine de Sainte-Lawrence, où elle est employée pour descendre, au milieu même de Newcastle, les wagons pleins jusqu'aux embarcadères et remonter les wagons vides.

Quelle que soit la disposition adoptée, on ménage toujours au sommet du plan incliné une plate-forme d'une longueur suffisante pour contenir au moins un convoi de wagons; de plus, comme il faut à chaque voyage remplacer le convoi de wagons vides qui vient d'arriver au sommet du plan incliné par un autre de wagons pleins, il est nécessaire que la voie y soit double et qu'il soit facile de passer de l'une à l'autre. Dans le cas où il y a deux voies sur toute la longueur, on emploie quelquefois des wagons chargés de substances lourdes qui servent à équilibrer en partie le poids des wagons pleins lorsqu'ils descendent le long du plan, et à remonter les wagons vides; cette méthode exige, comme on peut le voir facilement, un temps double de la méthode ordinaire, aussi ne l'avons-nous vu employer que dans une seule localité.

Plans inclinés avec machines fixes.

Quand les wagons pleins de houille ont à monter un plan incliné, il faut nécessairement employer une machine à vapeur pour les remorquer jusqu'au sommet. Cette machine imprime un mouvement de rotation à un tambour supporté par un axe horizontal. Une corde fixée à ce tambour par une de ses extrémités est attachée par l'autre au convoi qu'il faut remorquer.

Il y a nécessairement plusieurs cas à distinguer :

1° faire monter les wagons sur un plan incliné compris entre deux parties planes; 2° leur faire monter plusieurs plans inclinés consécutifs; 3° les faire arriver au sommet d'une colline et redescendre de l'autre côté.

1er *Cas*. Si la voie est simple, ce qui a lieu le plus souvent, la machine mettra en mouvement le tambour et remontera les wagons au sommet du plan incliné; ce convoi sera ensuite remplacé par un autre de wagons vides qui descendront par l'action seule de la pesanteur, sans que la machine agisse; il faut pour cela que le tambour puisse tourner librement sans son axe. Le procédé le plus simple et le plus généralement employé consiste à faire reposer le tambour sur l'axe par un manchon dont le diamètre intérieur est un peu plus grand que celui de l'axe. Le manchon se termine à l'une des extrémité par des découpures qui viennent correspondre exactement à des dentelures pratiquées sur une pièce fixée à l'axe. L'autre extrémité présente une espèce de gorge cylindrique dans laquelle s'engage un levier mobile autour d'un point fixe (*fig*. 32). A l'aide de ce levier, on peut faire glisser le tambour sur l'axe et le faire participer ou non à son mouvement. On trouve des exemples de cette espèce de plan incliné sur un grand nombre de chemins de fer aux environs de Newcastle.

Si la voie est double, il y a deux tambours sur le même axe; mais ils sont complétement fixes, et les cordes s'y enroulent en sens contraire. Alors un convoi de wagons pleins remonte en même temps que les wagons vides descendent. Ce système est employé dans tous les chemins où il y a

une grande circulation, notamment à la mine de Hetton.

Quelquefois l'inclinaison est très-faible, et on n'a pas besoin d'une grande force pour remonter les wagons : au lieu d'un tambour, on emploie alors une roue horizontale tout à fait semblable à celle des plans automoteurs; mais elle est mise en mouvement par une machine à vapeur; l'une des extrémités de la corde qui s'enroule sur cette roue s'attache aux wagons qu'il faut monter, et l'autre à ceux qui descendent. L'axe embrassé par la corde peut être égal à une ou même deux circonférences, suivant la force qu'on a à vaincre; nous avons vu employer, pour produire le mouvement de la roue, une petite machine à cylindre horizontal.

Enfin, quand l'inclinaison est encore plus faible, il arrive que les wagons ne peuvent plus descendre par leur propre poids, ou du moins vaincre le frottement de la corde et des différentes parties de l'appareil. On place alors au sommet et à la base du plan incliné, dans une fosse convenablement disposée, deux grandes poulies sur lesquelles s'enroule une corde sans fin dont les deux côtés sont ramenés à la surface par de petites poulies de renvoi. A l'un est attaché le convoi de wagons pleins, et à l'autre celui de wagons vides. Un mouvement de rotation est imprimé à la partie supérieure; si la force ainsi produite n'est pas suffisante, il faut attacher au convoi montant une corde qui va s'enrouler sur un tambour mis en mouvement par une machine à vapeur, joindre ce premier convoi à celui qui descend par un deuxième câble qui s'enroule sur une poulie située au bas du plan incliné, enfin attacher à ce der-

nier convoi une troisième corde qui s'enroule sur un second tambour placé sur le même axe que le premier. Il y a alors une longueur de corde égale à trois fois celle du plan incliné. Nous avons vu employer le premier système à Townley.

2e *Cas.* Quand on a plusieurs plans inclinés consécutifs montant tous dans le même sens, si la voie est double, la manœuvre est très-simple, et n'est que la répétition de celle que l'on exécute pour un seul plan, parce qu'il arrive toujours en même temps à la base et au sommet de chaque plan un convoi de wagons vides et un de wagons pleins. Si la voie est simple, il faut disposer convenablement la marche des wagons vides et celle des wagons pleins sur chaque plan successif.

Si, par exemple, les wagons chargés de houille montent sur le plan CD, un convoi de wagons vides devra descendre sur BC et un autre sur DE, tandis que sur AB monteront des wagons pleins (*fig.* 33).

3e *Cas.* Lorsqu'on veut faire passer un convoi de wagons par-dessus une colline, on place une machine fixe soit au sommet, soit à la base de celle-ci. Généralement la voie est simple, alors il y a au sommet un ou deux tambours; quand il n'y en a qu'un, il doit être libre sur l'axe, afin que le convoi arrivé au haut du premier plan incliné puisse redescendre sur l'autre par son propre poids, en entraînant avec lui la corde qui doit remonter des wagons marchant en sens contraire; si on emploie deux tambours, ils sont placés sur des axes parallèles et portent chacun une roue dentée qui engrène avec un pignon mis en mouvement par la machine; alors un convoi monte

sur l'un des flancs de la machine tandis qu'un autre descend sur le flanc opposé; à la mine de Townley, la disposition est toute différente. La machine à vapeur, qui est de la force de 34 chevaux et remorque à la fois neuf wagons contenant chacun 53 quintaux de houille, est située au bas d'un des plans inclinés, et en dehors de la voie, à une distance de 20 à 30 yards, disposition qui me paraît très-convenable, en ce qu'elle laissait un champ plus libre à la manœuvre qui s'exécute au bas du plan (*fig.* 34 et 35). La corde qui s'enroule sur un tambour dont l'axe est parallèle à la direction du chemin, se replie à angle droit autour d'une poulie horizontale, monte jusqu'au sommet de la colline, passe sur une deuxième poulie A, puis sur une troisième B, dont les axes sont inclinés d'environ 60° sur la verticale, et redescend enfin sur le versant opposé. Le chemin de fer est indiqué par les lignes pointillées, et les flèches montrent la direction que suivent les wagons vides revenant de l'embarcadère. Supposons un convoi de ces wagons en P : on les attache à l'extrémité de la corde et la machine les remorque jusqu'à la plate-forme AB; le tambour est alors rendu libre sur un axe et les wagons poussés sur la pente opposée; la corde, complétement déroulée de la poulie B, se replie sur A; on l'attache en sens contraire au même convoi, et on le laisse descendre par son propre poids. En Q, les wagons vides sont remplacés par des wagons pleins que la machine remorque jusqu'en A, et ces mêmes wagons redescendent sur le plan opposé, entraînant avec eux la corde qui vient de nouveau passer sur B. L'axe des deux poulies A et B est incliné afin de mettre les bords *a* et *b* au-dessus de la

surface et de permettre cet enroulement et ce déroulement successifs des câbles.

Si la voie, au lieu d'être simple, est double, la manœuvre sera la même à peu de chose près; nous n'avons, du reste, vu aucun exemple où cela eût lieu.

Des signaux.

Quand on se sert ainsi de machines fixes pour le service des plans inclinés, on est à chaque instant obligé de se transmettre des signaux pour indiquer que telles ou telles opérations sont faites ou à faire. Le plus communément on se sert d'une planche supportée par un axe horizontal et placée dans un cadre rectangulaire; une chaîne attachée à l'un des angles de la planche permet de la placer verticalement ou horizontalement, et de transmettre ainsi à une grande distance des signaux dont la signification est bien connue. Quelquefois les accidents du terrain, et la courbure du chemin, ne permettent pas d'employer des signaux perceptibles à la vue; généralement alors on emploie une sonnette mise en mouvement par un fil de fer qui suit le chemin de fer sur toute sa longueur.

Frais de transport sur les plans inclinés.

Sur les plans automoteurs, les frais du transport se réduisent à l'usure des appareils et aux gages des machinistes qui sont de 2 shill. 6 p. à 3 shill. par jour. Dans le Voyage métallurgique on trouve les nombres suivants :

Sur une pente de. .	42 millim.	6 centim.,20	par tonne et par kil.
	36	4,60	
	27	4,10	

Ils sont et doivent être moindres que les frais de transport en plaine.

Le chemin qui va de Townley à la Tyne a trois milles de longueur; il ne se compose que de

plans inclinés, où le mouvement s'opère par des machines fixes. La pente moyenne est de 17 millimètres et les frais de transport sont de 6 cent.,60 par tonne et par kilomètre. Dans ce prix, les réparations faites au chemin entrent pour 106 liv. (2.600 fr.) par an, ce qui fait moins de 700 fr. par kilomètre. L'établissement de ce chemin, où l'on n'a fait presque aucuns travaux de déblaiement, avait coûté 31 fr. 25 par mètre.

Dans le district de la Wear, le chemin de fer qui va de la mine de Hetton à Sunderland présente une première partie desservie par des locomotives; il monte ensuite au sommet d'une colline par trois plans inclinés desservis par des machines fixes, puis redescend par quatre plans automoteurs et se termine par une pente peu considérable où les wagons descendent par l'action seule de la gravité, et remontent à l'aide d'une machine à vapeur fixe. Les frais de transport sur les trois plans inclinés sont :

Pour une pente de. .	57 millim.	24centim.,93 par tonne et kil.
	15	7,80
	14	6,25

La houille coûte 6 fr. 25 la tonne, et on comprend dans l'évaluation des frais l'usure des cordes et l'intérêt du capital.

IX.

EMBARQUEMENT DE LA HOUILLE.

Nous ferons précéder ce que nous avons à dire sur l'embarquement de la houille d'une courte notice relative à la navigation de la Tyne. Les premiers renseignements sur ce sujet se rapportent à des disputes entre la corporation de New- Notice historique sur la Tyne.

castle et le chapitre de Durham pour la propriété de la rivière. La première fut déclarée la seule maîtresse, et en 1698 elle percevait des droits sur les navires qui venaient chercher le charbon. En 1723, il fut établi que les dix années précédentes on avait dépensé pour l'entretien de la rivière une somme de 10,000 livres (250,000 francs). En 1726, une pétition fut adressée aux maire et alderman de Newcastle parce que la Tyne était embarrassée par le lest que les navires avaient l'habitude de jeter dans la rivière. Il paraît que cette réclamation fut sans effet; car quarante ans après, en février 1765, le commerce du charbon adressa une pétition au parlement dans le même but. On reconnut alors l'utilité de nettoyer la rivière. Depuis cette époque et aujourd'hui même on enlève à l'aide de bateaux dragueurs les sables qui obstruent le passage en plusieurs points, ils sont ensuite amenés près du rivage et débarqués à l'aide d'un mécanisme que nous décrirons plus loin et qui sert également à enlever le lest des navires.

Pendant longtemps la houille fut prise sur les bords de la Tyne par des bateaux appelés *Keels*, qui la transportaient à l'embouchure, où elle était transvidée dans les navires. Bientôt on établit des embarcadères (Staiths) qui permettaient aux vaisseaux de venir recevoir directement leur charge. Bien que ces *staiths* se bornassent alors à des *spouts* plus ou moins compliqués, genre d'embarcadère dont on trouvera plus loin la description, ils faisaient du tort à l'industrie des *keelmen* (bateliers qui conduisaient les keels). Aussi, le 5 juin 1633, une pétition fut reçue par Charles Ier, lors de son passage à Tynemouth, contre les staiths qu'on prétendait nuisibles à la navigation.

Plus tard une nouvelle pétition fut adressée contre eux à la corporation. Une compagnie de vieux et vigoureux keelmen accompagnaient dans un bateau le jury de la rivière pour lui rendre évident le dommage que produisaient les *staiths*. Ces faits se passaient en 1771. En 1794, ils se firent justice par eux-mêmes et commirent beaucoup de dégâts. Quand en 1807, William Chapman inventa l'ingénieux embarcadère qui porte le nom de *drop*, son établissement fut un bien plus grand sujet de plainte pour ces intrépides bateliers. En 1819 et 1822, pendant leurs émeutes, un de leurs principaux motifs était les griefs qu'ils prétendaient avoir contre les *staiths*; trouvant que la force leur manquait, ils eurent recours à la loi. Ils prétendaient que les embarcadères, les bouées et les ancres, faisaient le plus grand dommage à la rivière; la cause fut jugée à York en 1824. M. Brougham plaidait pour les *keelmen*; mais son éloquence ne put les empêcher de perdre leur procès. Cette défaite paraît les avoir réduits pour toujours au silence.

En 1816, une inspection eut lieu sur la rivière Tyne. On trouva la profondeur peu considérable. A l'embouchure, à North Shield, l'augmentation de hauteur due à la marée est ordinairement 14 pieds 3 pouces (4^{m},34), à Hebburn, 11 pieds 10 pouces (3^{m},60), et à Newcastle 11 pieds 7 pouces (3^{m},53). La largeur est très-variable; on proposa de la rétrécir en construisant des jetées transversales dont on comblerait les intervalles et qu'on réunirait par un mur. La dépense totale est estimée 519.320 l. sterl. (12.983.000 francs). Il a été fondé un jury de la rivière qui chaque année, le jour de l'Ascension, inspecte les bords de la Tyne

Il est accompagné d'une foule nombreuse quand les membres qui le composent sont populaires.

Développement de l'industrie sur la Wear.

La Wear est loin d'être navigable pour les navires, sur une étendue aussi considérable que la Tyne, aussi tous les travaux relatifs à l'embarquement immédiat de la houille sont-ils concentrés dans un petit espace au milieu même de la ville de Sunderland. Les escarpements de calcaire magnésien qui bordent le fleuve ont nécessité de grands travaux; il a fallu entailler le roc à une profondeur telle qu'on pût avec facilité embarquer la houille apportée par des chemins de fer auxquels on a dû ouvrir des passages souterrains. Il est vrai que la petite étendue du port de Sunderland a permis de réunir en un seul point les ressources pécuniaires dont on pouvait disposer, et il en est résulté d'importants ouvrages d'art. Tel est le pont en fonte d'une seule arche qui réunit les deux rives de la Wear, en laissant un libre passage aux navires de 200 tonneaux, et dont la construction offrit d'immenses difficultés attestées par cette inscription gravée au milieu de chaque parapet : *Nihil desperandum auspice Deo*; telles sont encore les jetées à l'aide desquelles le cours de la Wear est pour ainsi dire prolongé jusque dans la mer à une grande distance des côtes.

Ces améliorations apportées, dans ces derniers temps, dans le port de Sunderland, ont excité la jalousie des commerçants de la Tyne, qui voyaient dans tous ces travaux la source d'une rivalité dangereuse, et des pétitions furent adressées au parlement pour empêcher ce qu'on appelait un empiétement sur les droits de Newcastle; elles attestent, conjointement avec les réclamations élevées contre les concessions de chemins de fer

publics faites à l'industrie houillère de la Tees, combien l'égoïsme et l'appât du gain l'emportent quelquefois sur les idées de développement industriel et de bien-être général.

Le commerce de la Tees a pris un accroissement encore bien plus rapide que celui de la Wear, mais ce serait empiéter sur ce que nous avons à dire plus loin, que de nous arrêter plus longtemps sur ce sujet. Il est très-difficile de séparer bien nettement ce qui est relatif à l'embarquement, et ce qui se rapporte au commerce de la houille; cependant nous éviterons autant que possible les répétitions.

D'après ce que nous avons dit sur l'histoire de la Tyne, il est aisé de conclure que l'embarquement de la houille se fait de plusieurs manières qu'on peut réunir sous deux chefs principaux : 1° introduction directe du charbon dans les navires; 2° transport du charbon aux navires à l'aide de *keels*. Le changement des *keels* ou bateaux de transport doit être lui-même compris dans la première catégorie. Nous terminerons enfin par quelques mots sur le tranvasement de la houille et sur son emmagasinage.

§ 1. *Description des embarcadères.*

Les appareils employés dans le nord de l'Angleterre, pour charger la houille dans les navires, offrent un grand nombre de variétés, mais en général les principes sur lesquels ils sont fondés sont en très-petit nombre, et peuvent se réduire à deux. On donne le nom générique de *staiths* à toutes les espèces d'embarcadères, et on peut les partager en deux classes : 1° les *spouts* appelés

aussi *trunk staiths* (embarcadères à coffre); 2° les *drops*, qui sont le système le plus parfait.

Des *spouts*. Les *spouts* ont été pendant longtemps le seul appareil que l'on employât pour faire tomber la houille dans les navires. Aujourd'hui encore ils sont, à quelques exceptions près, les seuls employés pour charger les *keels*. Sur la Tees et à Whitehaven, où ils portent le nom de *steerts*, il n'y a pas d'autres embarcadères. Assez souvent ils sont accompagnés d'un magasin où on peut accumuler une certaine quantité de houille, surtout quand la mine se trouve à une assez grande distance. Le chemin de fer est placé à une hauteur telle qu'on puisse faire tomber le charbon dans les magasins ou dans les navires. A Whitehaven, on a élevé dans ce but, parallèlement au quai sur lequel sont les *spouts*, une immense construction dont la partie couverte a 115 yards de long, 19 de large et 8 yards au-dessous du chemin de fer. On peut y amasser 17,480 yards cubes de charbon. A l'extrémité sud se trouve une partie découverte qui a 40 yards de long, 28 de large et 7 de profondeur; sa capacité est 7,840 yards cubiques. L'inclinaison de la voie qui amène le charbon dans ces magasins et aux différents *spouts* est de $\frac{1}{6}$ de pouce par yard ou $\frac{1}{216}$. Sur les bords de la Tyne je n'ai vu qu'un seul exemple de ces magasins accompagnant ces embarcadères; c'est à la mine de Townley.

Les *spouts* les plus simples sont établis sur le quai même de Newcastle; ils sont employés par les mines qui ne peuvent envoyer leurs produits à la Tyne que par des charrettes. Leur faible avancement dans la rivière ne leur permet de charger que des *keels* ou des navires d'un faible tonnage.

Ils consistent simplement (*fig.* 1 *et* 2, *Pl. IX*) en un plancher sur lequel arrivent à reculons les charrettes qu'il s'agit de vider; on fait basculer celles-ci autour d'un axe horizontal porté par les brancards, et le charbon tombe dans un déversoir en tôle qui l'amène sur le navire. Ce déversoir est quelquefois complétement garni de vieux câbles plats; il se rétrécit vers l'extrémité inférieure et est fermé par une trappe mobile autour d'un axe horizontal, que le charbon ouvre par son propre poids. L'inclinaison du déversoir peut varier; il est mobile autour d'un axe adapté à son extrémité supérieure, et est soutenu par des chaînes qui passent sur des poulies de renvoi et s'enroulent sur un cabestan, comme l'indique le dessin. Une roue dentée et un pignon armé d'une manivelle servent à enrouler ou dérouler la chaîne; enfin un petit plancher est placé à 4 pieds environ au-dessus du niveau du quai pour faciliter la manœuvre du cabestan.

Sur la Tyne, en deçà du pont de Newcastle, il faut nécessairement employer des *keels* pour transporter la houille aux navires; le chargement de ces bateaux se fait au moyen de *spouts* plus ou moins compliqués. A la mine d'*Elswick* un chemin de fer composé de plusieurs plans inclinés successifs amène la houille à trois embarcadères placés les uns à côté des autres, à une distance de deux milles environ du pont de Newcastle. Ils consistent en un plancher horizontal soutenu à une hauteur d'environ 30 pieds au-dessus de la grève, par de fortes charpentes. Deux ouvertures rectangulaires (*fig.* 3 *et* 4, *Pl. IX*) servent à l'admission de la houille dans le coffre (*trunk*) qui doit la porter jusqu'au bateau. Le coffre est garni

intérieurement de plaques de tôle et de vieux câbles plats. Il est fermé à sa partie inférieure par une forte plaque de fonte; celle-ci est mobile autour d'un axe horizontal, et peut être soulevée à l'aide de deux chaînes et d'un cabestan *a*. D'autres fois elle glisse à coulisse dans une rainure verticale, et est levée de la même manière; d'autres fois encore elle s'ouvre à l'aide d'un levier. Le conduit principal se termine par un moins long et pouvant prendre diverses inclinaisons autour d'un axe supporté par la charpente du *trunk*. Deux chaînes s'appuyant sur deux poulies *c*, et s'enroulant sur le cabestan *b*, servent à manœuvrer ce conduit additionnel. Deux wagons sont amenés au-dessus des ouvertures M et N, et vidés successivement, ce qui se fait en ouvrant la trappe dont est muni leur fond. La houille tombe dans le coffre, mais ne peut en sortir parce qu'elle est retenue par la plaque qui ferme l'extrémité inférieure. On soulève alors cette plaque et le charbon tombe dans le bateau avec beaucoup moins de vitesse, et par suite avec moins de cassage, que si on l'avait laissé couler depuis la partie supérieure du *trunk*.

La charpente s'élève à 15 pieds au-dessus du chemin de fer, et à 8 pieds il y a un plancher destiné au service du treuil *b*.

Certains embarcadères sont composés de plusieurs conduits : celui de la *fig.* 5, *Pl. IX*, en contient quatre disposés de telle sorte qu'on peut charger un navire quelque soit le niveau de l'eau. On peut même verser la houille en même temps dans deux bateaux, dont l'un emploierait les conduits 1, 2 ou 3 et l'autre le conduit 4. Chacun des trois premiers peut être prolongé par une

même caisse en tôle d'environ 10 pieds de longueur, et d'une largeur un peu supérieure à celle de chaque *trunk* (*fig.* 6). Cette caisse est tout entière soutenue par des chaînes qui s'enroulent sur des treuils différents. L'extrémité supérieure est supportée par deux tourillons qui pénètrent chacun dans une rainure verticale et se terminent par les poulies sur lesquelles les chaînes s'enroulent. Pour amener successivement le conduit additionnel dans le prolongement de 1, 2 ou 3, il faut le relever, comme je l'ai indiqué, en pointillé, et alors on peut librement le monter ou le descendre. Ce conduit se ferme par une plaque de tôle mobile autour d'un axe horizontal placé à sa partie inférieure.

Le conduit 4 (*fig.* 5) présente une disposition assez simple. A sa partie inférieure est une plaque de fonte suspendue par un axe horizontal. En C (*fig.* 7) est attachée à articulation une première tige CB qui se réunit de la même manière avec la petite branche AB d'un levier coudé BAD mobile autour d'un axe fixe A. En appuyant de haut en bas sur l'extrémité D, on tend évidemment à ouvrir le conduit 4.

Quelques mines du district houiller de la Wear produisent des charbons si tendres que le chargement par *spouts* les briserait facilement. On emploie alors une autre méthode qui consiste à renfermer la houille dans des caisses rectangulaires dont la capacité est égale à celle d'un wagon, ou un chaldron de Newcastle. Le fond de ces caisses est fermé au moyen d'une trappe tout à fait comme les wagons. On les charge dans les *keels* au moyen d'une grue placée sur le rivage.

L'ingénieux embarcadère qui porte le nom de *Des drops.*

drop, fut l'objet d'un brevet accordé en 1807 à William Chapman de Newcastle. Il tira peu de bénéfice d'une invention qui a sauvé des millions aux propriétaires de houille sur la Tyne et sur la Wear. On attendit que le privilége fût expiré et on se mit à élever de toutes parts ces bienfaisants appareils jusque-là négligés. Celui qui les étudie est tellement frappé de leur simplicité et de la régularité de leur action qu'il ne peut se lasser d'examiner pièce à pièce ces anciennes machines. Elles m'offrirent tant d'attrait que je pris sur les lieux des croquis cotés à l'aide desquels j'ai pu faire les dessins compris dans les *Pl. IX* et *X*. Je ne crois pas qu'on ait encore publié une description détaillée de ces *drops*; c'est pourquoi j'insisterai un peu sur leur construction.

Le dessin de la *Pl. IX*, représente sur une échelle assez faible, le système de *drop* qui est généralement adopté sur la Tyne. Celui que nous avons figuré appartient à la mine de Sainte-Lawrence et se trouve dans la ville même de Newcastle à son extrémité orientale.

Disposition générale.

La *fig*. 8, *Pl. IX*, est le plan; la *fig*. 9 l'élévation latérale, et la *fig*. 10 l'élévation de face d'un drop accompagné de *spouts* destinés à charger les navires qui peuvent s'approcher davantage de la rive. L'appareil se compose essentiellement de deux fortes pièces de bois verticales, ayant quelquefois plus d'un pied d'équarrissage à la base et jusqu'à 60 pieds de hauteur. Elles sont réunies au sommet et en plusieurs autres points par des poutres horizontales qui n'en font qu'un seul et même système, tout en maintenant leur écartement. On évite toutefois d'entailler les montants verticaux, parce qu'ils doivent offrir une grande

résistance. La *fig.* 9 montre très-bien comment ils supportent le plancher du chemin de fer qui se prolonge en avant jusqu'à une distance de trois mètres environ.

A leur base sont attachés des coussinets en fonte sur lesquels reposent les axes de la pièce la plus importante de l'appareil. Celle-ci, appelée en anglais *vibrating frame* (cadre vibrant), se compose de deux poutres qui se rapprochent légèrement vers le sommet, et qui sont réunies l'une à l'autre par des pièces de bois horizontales convenablement placées pour laisser libre le service des *spouts*. Le *vibrating frame* se termine à son sommet par un axe en fer forgé auquel est suspendu un cadre rectangulaire. La suspension se fait au moyen de barres de fer rond soudées deux à deux à leur extrémité supérieure et attachées à une pièce de fer qui reste constamment à cheval sur l'axe. Ces barres traversent deux des pièces de bois qui composent le cadre rectangulaire, et de forts écrous vissés sur leur extrémité inférieure empêchent celui-ci de tomber. On a ainsi une espèce de plateau qui oscille librement autour de l'axe. Si ce dernier n'était pas tiré en arrière, le *vibrating frame* ne pourrait évidemment pas rester dans la position que représente le dessin. C'est dans ce but que les deux montants verticaux supportent un axe en fer sur lequel sont disposées quatre poulies, comme on peut le voir dans les *fig.* 8 et 10. Ces poulies ont une gorge cylindrique et profonde. Sur les deux du milieu s'enroulent dans le même sens deux câbles plats de même longueur qui y sont fixés par une de leurs extrémités, et qui, à l'autre, vont embrasser l'axe de suspension du plateau. Sur les deux poulies ex-

trêmes s'enroulent également des câbles plats, mais en sens contraire des précédents. Chacun d'eux s'attache à un contre-poids qui peut décrire un arc de cercle ayant pour rayon une longue pièce de bois mobile autour d'un point fixe.

Aperçu du mécanisme.

Ces premières indications suffisent pour concevoir le jeu de l'appareil. Supposons un wagon plein de houille amené sur le plateau qui est situé dans le prolongement du chemin de fer. Le poids d'un wagon vide étant de 28 à 30 quintaux, et celui de la houille qu'il renferme d'environ 35 quintaux, on peut faire en sorte que le moment de la traction exercée par le *vibrating frame* ainsi chargé, sur l'axe des poulies, soit plus grand que celui de la traction exercée par le contre-poids sur le même axe. Alors les câbles qui soutiennent le *vibrating frame*, feront tourner cet axe dans un sens tel qu'ils se déroulent, tandis que ceux qui supportent le contre-poids s'enrouleront; le plateau et le wagon qu'ils supportent s'abaisseront donc en décrivant un arc de cercle dont le rayon est la longueur du cadre vibrant, jusqu'à ce qu'ils soient arrivés en contact avec le pont du navire placé à une distance convenable. Un frein placé sur le même axe que les poulies permettra du reste de régulariser le mouvement. L'ouvrier qui amène le wagon sur le plateau descend ordinairement avec lui, et il fait tomber la houille dans le navire en ouvrant la trappe qui ferme le fond du wagon. Le contre-poids est déterminé de telle sorte qu'il l'emporte alors sur l'action du *vibrating frame* et du wagon vide; il fait donc tourner les poulies en sens contraire du précédent, et tandis que le contre-poids redescend, le plateau est ramené dans sa position primitive.

Considérons maintenant avec détail chaque partie du mécanisme. Il est plus facile de les étudier sur la *Planche X*, où nous les avons figurées sur une plus grande échelle. Ces dessins se rapportent aux *drops* employés à South Shields par le chemin de fer de Stanhope à la Tyne. Il y en a 8 de même forme et de mêmes dimensions placés parallèlement les uns aux autres. Un chemin de fer à double voie les réunit entre eux et au chemin perpendiculaire par lequel arrivent les wagons. Au premier coup d'œil jeté sur le plan, l'élévation latérale et l'élévation de face de ces appareils, on aperçoit des différences notables avec celui que nous venons de décrire, bien que le principe soit le même. Nous signalerons successivement les avantages de chaque système. La voie est toujours simple dans le voisinage immédiat du plateau, mais elle doit nécessairement se bifurquer à une petite distance pour permettre de faire sortir les wagons vides du chemin que doivent suivre les wagons pleins. Dans le drop de Sainte-Lawrence la voie est simple depuis la mine jusqu'à l'embarcadère, mais à une distance de ce dernier assez faible pour que j'aie pu indiquer cette disposition dans le dessin, on a construit un chemin auxiliaire sur lequel chaque wagon vide est successivement amené. Quand tout le convoi de wagons pleins a été déchargé on le remonte en une seule fois avant d'en faire descendre un autre. Dans les drops de South Shields la voie qui les réunit tous est double, et l'une est employée au retour des wagons vides, tandis que l'autre sert pour les wagons pleins. Des plateaux tournants figurés dans le plan sont indispensables pour la manœuvre. Une disposition qui m'a paru assez

Disposition de la voie dans le voisinage du *drop*.

bonne consiste à amener les wagons par une voie AB (*fig.* 11, *Pl. IX*), et à conduire successivement chacun d'eux dans le drop. Quand il est vidé on le pousse jusqu'en C sur le chemin CD dont l'inclinaison est telle que le wagon roule tout seul jusqu'à une distance assez grande. Un cheval est ensuite attelé à tout le convoi de wagons vides pour le faire remonter à une hauteur au moins égale à celle dont il est descendu à partir du point C.

Le chemin de fer est généralement soutenu au-dessus de l'eau par des pièces de bois verticales réunies par des poutres horizontales et maintenues par d'autres pièces inclinées. Les rails sont portés sur des longuerines, et celles-ci reposent sur un plancher formé de pièces de bois assez espacées et d'une épaisseur de $0^{m}.05$.

Les drops du *Stanhope and Tyne railway* présentent bien plus de solidité; ils sont construits sur un quai peu élevé au-dessus du niveau des plus hautes eaux, et des murs en forme de pyramide tronquée s'élèvent jusqu'au niveau du chemin de fer qu'ils supportent.

Montants principaux. Dans le mode ordinaire, il n'y a, comme nous l'avons dit, que deux fortes pièces de bois verticales pour supporter tout l'appareil. Elles sont quelquefois maintenues par deux poutres légèrement inclinées, qui s'arc-boutent entre elles et sont comprises dans le même plan vertical; enfin, de longues tiges inclinées empêchent les montants de céder à l'excès de traction qui tend à les faire pencher en avant. A *South Shields*, il y a quatre montants situés deux à deux dans des plans parallèles et appliqués contre les murs en maçonnerie dont nous avons parlé plus haut. Ils y sont fixés

à l'aide de boulons qui les traversent dans toute leur épaisseur ; enfin ils sont enfoncés à une grande profondeur dans la maçonnerie du quai et réunis de distance en distance par des poutres horizontales qui en font un seul massif quadrangulaire.

Vibrating frame.

Le *vibrating frame* n'est pas toujours aussi simple que celui décrit plus haut. Dans les *drops* du chemin de Stanhope à la Tyne, qui ne sont point accompagnés de spouts, on a pu, indépendamment des poutres horizontales qui réunissent les deux principales, employer des pièces de bois en croix, et d'autres légèrement inclinées placées dans le sens de la longueur. Alors la rotation s'effectue autour d'un axe en fer qui s'étend sur toute la longueur du cadre et est réuni à celui-ci par trois pièces de fer à boulons formant étrier (*fig.* 16, *Pl. X*). Les deux coussinets dans lesquels tourne cet axe reposent sur des pierres encastrées dans le mur du quai, et sont dessinés en plan et élévation (*fig.* 17 et 18, *Pl. X*).

Dans le *drop* de Sainte-Lawrence, les coussinets sont tout différents; ils se composent de 2 parties attachées par des boulons aux montants verticaux qui supportent tout l'appareil. Le cadre repose sur ces coussinets par deux axes dont il est facile de concevoir les dispositions d'après les dessins (*fig.* 12, *Pl. IX*).

L'axe en fer qui s'adapte à la partie supérieure du *vibrating frame* est tantôt fixé à celui-ci d'une manière invariable, et tantôt peut tourner dans un coussinet convenablement placé. La *fig.* 13, *Pl. X*, représente cette dernière disposition telle qu'elle est adoptée à South Shields. On voit également (*fig.* 14 et 15) la manière dont s'attachent les tiges en fer qui soutiennent le plateau suspendu,

Quant à celui-ci, nous avons déjà dit qu'il se composait essentiellement de 4 pièces de bois assemblées à angle droit par des boulons et des écrous. Deux de ces pièces ont leur bord intérieur dans le prolongement des rails et sont garnies de tôle, afin de recevoir avec plus de facilité les wagons à décharger. Pour empêcher le plateau de s'éloigner par suite de la poussée exercée sur le wagon, on réunit la pièce de bois qui termine le *railway* perpendiculairement à sa direction, à une des poutres du plateau. La disposition adoptée est variable. Dans la *Pl. X*, elle est très-simple et se conçoit d'elle-même. A Sainte-Lawrence, une tige de fer est mobile autour d'un axe *a* (*fig.* 13, *Pl. IX*). L'une de ses extrémités porte une sphère en fonte destinée à équilibrer l'excès de poids de la portion la plus longue *ab*, de sorte qu'elle reste horizontale, ou à très-peu près. Cette portion se termine par une saillie qui est retenue sur une petite pièce de fer attachée à la poutre terminale du *railway*. Enfin, une cheville qu'on introduit dans un trou pratiqué à la partie supérieure de cette pièce ne permet pas au mécanisme de se déranger.

Quand le wagon est introduit sur le plateau, il faut qu'il y soit complétement immobile; on y pourvoit, d'une part, à l'aide de pièces de bois qui l'empêchent de marcher en avant, et de l'autre à l'aide de cales mobiles autour d'un axe vertical.

On les place d'abord dans une position telle que le wagon puisse passer, et on les ramène ensuite derrière les roues, où on les maintient par une cheville. L'ouvrier qui a amené le wagon, rend le plateau tout à fait libre en ouvrant le petit mécanisme décrit ci-dessus, et monte à côté

du wagon sur une planche que porte à cet effet le plateau suspendu.

Le *vibrating frame*, dans sa position initiale, s'appuie sur des pièces de bois inclinées de même force que lui, et maintenues par des dispositions que l'inspection des dessins fera suffisamment comprendre.

Dans la *Pl. IX*, les poulies sont en fonte et d'une seule pièce; il n'y a point de rayons. Leur diamètre est de $1^m,20$, la profondeur de la gorge de $0^m,60$, et la largeur de $0^m,30$. Elles sont portées sur un axe rectangulaire de $0^m,3$ d'épaisseur. Les coussinets dans lesquels tourne cet axe, reposent sur des pièces de bois attachées aux montants principaux par de forts boulons (*fig.* 14, *Pl. IX*). Les drops de South Shields présentent une disposition toute différente. L'axe repose dans des coussinets dont on voit les détails *fig.* 19 et 20, *Pl. X*, et qui sont portés sur deux poutres horizontales. Il n'y a que trois poulies, deux sur lesquelles s'enroulent les câbles de suspension, et une pour le câble du contre-poids. Elles sont d'un diamètre plus grand que les précédentes et beaucoup moins massives. Les câbles de suspension viennent passer sur deux poulies représentées *fig.* 8, 9 et 10, sur une plus grande échelle. Il y a de même, pour le câble du contre-poids, une poulie de renvoi figurée en 11 et 12.

Des poulies et de l'axe qui les supporte.

Les câbles sont composés de cinq ou six torons et ont une longueur de $0^m,24$ à $0^m,3$.

Une grande roue de 4 à 5 mètres de diamètre est montée sur l'axe des poulies et sert à appliquer un frein en fer.

Du frein.

La jante de la roue est en bois; elle a $0^m,15$ d'épaisseur et $0^m,15$ de large. Le moyeu et les

rayons sont en fonte. La section de ces derniers présente la forme d'un T, et l'assemblage se fait de la manière représentée *fig.* 15, *Pl. IX*. Le frein a la même largeur que la roue, et $0^m,01$ d'épaisseur. A South Shields, ses extrémités s'attachent à une même tige de fer mobile autour d'un axe passant par son milieu. Un levier adapté à cet axe permet de serrer le frein. A Sainte-Lawrence et dans beaucoup d'autres localités la disposition est différente. Elle est représentée par les *fig.* 16, 17, 18 et 19, *Pl. IX*. Les deux extrémités *b* et *b'* du frein se réunissent à charnière avec des tiges en fer mobiles elles-mêmes, autour de points fixes *a* et *a'*; d'autres tiges *bc*, *bc'* réunissent les extrémités du frein à celles d'une pièce *cc'* mobile autour d'un axe AB. Un poids suspendu au point G tend à serrer constamment le frein et empêcher tout mouvement de l'axe des poulies; on rend celui-ci plus ou moins libre en soulevant plus ou moins l'extrémité H du levier mobile autour d'un axe fixe, et qui, à l'aide d'une tige articulée en C et D, détruit, au moins en partie, l'action du poids. Ce système me paraît, dans le cas actuel, beaucoup moins dangereux que la méthode ordinaire. Le levier qui sert à rendre le *vibrating frame* complétement libre est renfermé dans une cabane en planches située à côté du chemin de fer; un ouvrier est spécialement chargé du service du frein : il note en même temps le nombre des wagons qui sont déchargés dans chaque navire.

Du contre-poids. Dans le système de drop représenté *Pl. IX*, le contre-poids consiste en pièces cylindriques de fonte superposées dans le même axe et enfilées dans une même tige de fer. La manière dont cette

tige est attachée au câble et à la poutre qui la supportent, est représentée plus en grand dans la *fig.* 20, *Pl. IX*. A South Shields, le contre-poids est tout différent : il consiste en une chaîne d'anneaux en fonte qui pend dans un puits percé en arrière de chaque *drop*. Les anneaux ont un pied de diamètre et le poids total de la chaîne est de 50 à 60 quintaux. Elle s'accumule au fond du puits quand la force à équilibrer diminue, et se développe quand elle augmente. La traction qu'elle exerce sur l'axe à chaque instant est telle qu'on peut, à l'aide du frein, arrêter brusquement le mouvement du *vibrating frame* en un point quelconque.

On peut arriver par le calcul à quelques indications sur la meilleure disposition à adopter pour le contre-poids. Nous supposerons d'abord, pour simplifier, qu'au lieu d'avoir deux systèmes de câbles s'enroulant sur des poulies distinctes et soutenant l'un le *vibrating frame* et sa charge, l'autre le contre-poids, on n'a qu'une seule corde CBC′ glissant sur une arête B, de manière que si BC s'allonge, BC′ diminue de la même quantité (*fig.* 23, *Pl. IX*). Données théoriques.

Soit en outre :

L la longueur du *vibrating frame*.

D la distance qui sépare son axe de rotation de l'arête B.

l la longueur variable du câble qui soutient le *vibrating frame*.

L′ la longueur de la pièce de bois qui sert de rayon au cercle décrit par le contre-poids.

D′ la distance de son point de suspension au point B. (Nous admettons que les deux points A′ et B sont sur la même horizontale, ce qui a réellement lieu dans la pratique.)

l' la longueur du câble qui supporte le contre-poids.

P le poids du plateau et du wagon vide, augmenté de la composante constante du poids du *vibrating frame*, qui passerait par C.

P' le contre-poids plus la composante constante du poids de la tige A' C', qui passe par le point C'.

H le poids de la houille que renferme le wagon.

Enfin α, β, α', β', les angles indiqués dans la *fig.* 21, *Pl. IX*. Les composantes du poids P+H suivant les droites BC et CA sont liées entre elles par la relation :

$$P : CA : BC :: \sin.(\alpha+\beta) : \sin.\alpha : \sin.\beta.$$

D'où

$$CA = \frac{(P+H)\sin.\alpha}{\sin.(\alpha+\beta)}, \qquad BC = \frac{(P+H)\sin.\beta}{\sin.(\alpha+\beta)}.$$

Mais dans le triangle ABC on a :

$$\sin.(\alpha+\beta) : \sin.\alpha :: D : L$$
$$\sin.(\alpha+\beta) : \sin.\beta :: D : l,$$

et par suite :

$$CA = \frac{(P+H)L}{D}, \qquad BC = \frac{(P+H)l}{D}.$$

Résultat assez remarquable en ce qu'il nous apprend que la pression exercée sur l'axe du *vibrating frame* est constante, quelle que soit l'inclinaison de ce dernier, et que la tension du câble BC est proportionnelle à la longueur de ce câble. Pour le contre-poids on aura également :

$$A'C' = \frac{P'\sin.\alpha'}{\sin.(\alpha'+\beta')}, \qquad BC' = \frac{P'\sin.\beta'}{\sin.(\alpha'+\beta')}$$

Et dans le triangle A'BC' :

$$\sin.(\alpha'+\beta') : \cos.\alpha' :: D' : L'$$
$$\sin.(\alpha'+\beta') : \cos.\beta' :: l : L'.$$

D'où

$$A'C' = \frac{P'L'}{D'}\,\mathrm{tg}\alpha', \qquad BC' = \frac{P'l}{D'}\,\mathrm{tg}\beta'.$$

La traction exercée sur le point A′ est proportionnelle à la tangente de l'angle du câble BC′ avec la verticale; quant à la tension de ce câble elle ne varie plus proportionnellement à l, et par conséquent le contre-poids P′ ne peut pas constamment faire équilibre au *vibrating frame* et à sa charge. Toutefois il est facile de voir que BC′ croît dans le même sens que BC. En effet, si nous reprenons la première expression de BC′, $\frac{P'}{D}\,\frac{\sin\beta'}{\sin\alpha'+\beta'}$, sin. α' va toujours en augmentant. Quant au dénominateur, il va en augmentant si $(\alpha'+\beta')$ (*fig.* 22, *Pl. IX*) est primitivement aigu jusqu'à ce que l'angle A′C′B soit droit. A partir de ce point $\alpha'+\beta'$ devient de plus en plus obtus, et par suite le sinus diminue, donc la tension du câble augmente.

On ne peut rien conclure pour les positions antérieures à celles où le câble BC′ est normal à A′C′, et à la rigueur on pourrait s'assujettir à placer A′C′ perpendiculairement au câble BC′, au commencement du mouvement; mais si on observe que pour $\beta = 0$, la tension durable est nulle, on pourra déduire de la nature de la formule que cette tension va également en croissant avant que $\beta'+\beta'$ devienne égal à un droit. On peut remarquer que la valeur de BC′ croît très-rapidement lorsque $\alpha'+\beta'$ devient de plus en plus obtus. Aussi observe-t-on que l'ouvrier qui

manœuvre le frein, exerce un effort bien moins considérable, lorsque le wagon est prêt d'arriver sur le pont du navire.

Quoi qu'il en soit, le principe du mécanisme se résume dans les deux inégalités suivantes :

Pour la descente de la houille,

$$\frac{(P+H)l}{L} > \frac{P'l'}{L'} tg\beta'.$$

Pour remonter le wagon vide,

$$\frac{Pl}{L} < \frac{P'l'}{L'} tg\beta'.$$

Et si on tient compte du frottement du câble sur l'arête B, elles deviennent :

$$\frac{(P+H)l}{L} > \frac{P'l'}{L'} tg\beta' + f\sqrt{\frac{(P+H)^2l^2}{L^2} + \frac{P'^2l'^2}{L'^2} tg^2\beta' + \frac{(P+H)P'll'}{LL'} tg\beta' \cos.(\alpha+\alpha')}$$

$$\frac{Pl}{L} < \frac{P'l'}{L'} tg\beta' - f\sqrt{\frac{P^2l^2}{L^2} + \frac{P'^2l'^2}{L'^2} tg^2\beta' + \frac{PP'll'}{LL'} tg\beta' \cos.(\alpha+\alpha')}.$$

Il faut y joindre la relation $l + l' =$ constante.

Dans les drops de South Shields, on a toujours les mêmes valeurs pour AC et pour BC, mais A'C' disparaît complétement et BC' est tout différent. En effet, cette tension du câble l' se réduit alors au poids d'une portion de chaîne plus ou moins longue et varie proportionnellement à la longueur l du câble qui soutient le *vibrating frame*, tout à fait comme la tension BC. Si l est exprimé en

mètres, pour une augmentation de longueur égale à l'unité, la tension du câble BC croîtra de $\frac{P+H}{D}$ pendant la descente. Pour une diminution de l égale à l'unité pendant que le wagon vide remonte, la tension de BC diminue de $\frac{PH}{D}$. Si donc la chaîne-contre-poids est telle qu'un mètre de longueur soit égal à $\frac{P+H}{D}$, il y aura constamment équilibre entre les deux tensions pendant la descente, et pour produire le mouvement il suffira de faire en sorte que la longueur de chaîne suspendue au départ, soit plus petite que la valeur initiale de l. Mais en posant ces conditions, lorsque le wagon vide remontera, la chaîne aura par mètre un poids supérieur de $\frac{H}{D}$ à celui qui est nécessaire pour produire l'équilibre, et le mouvement ira continuellement en s'accélérant. Toutefois la condition introduite précédemment pour produire le mouvement, tendra à diminuer la vitesse à l'arrivée. Ce qu'il y aurait de mieux à faire serait de prendre pour poids de l'unité de longueur de la chaîne une valeur intermédiaire entre $\frac{P}{D}$ et $\frac{P+H}{D}$. Du reste H est assez petit relativement à P. Quelque valeur qu'on adopte, ce système sera toujours préférable à celui qui précède.

Si on tient compte des frottements, on devra avoir, en appelant π le poids de l'unité de longueur de la chaîne, et λ la portion suspendue variable avec t :

$$\frac{P+H}{D}l > \lambda\varpi + f\sqrt{\frac{(P+H)^2l^2}{D^2} + \lambda^2\varpi^2 - 2\frac{(P+H)l}{D}\lambda\varpi \cos.\alpha}.$$

$$\frac{Pl}{D} < \lambda\varpi - f\sqrt{\frac{P^2l^2}{D^2} + \lambda^2\varpi^2 - 2\frac{Pl}{D}\lambda\varpi \cos.\alpha}.$$

Et en outre l'accroissement de λ devra être égal à celui de l.

Il me semble qu'on pourrait avec avantage substituer à la chaîne-contre-poids un wagon roulant sur une surface inclinée par un système analogue à celui que j'ai décrit en parlant de l'extraction. La disposition de la charpente des *drops* permettrait facilement l'établissement du plan incliné. Considérons actuellement le cas le plus général ; celui où les deux câbles s'enroulent sur des poulies différentes. Conservons les mêmes notations que précédemment en prenant toutefois pour D et D' les longueurs AO et A'O, cette dernière ligne étant toujours supposée horizontale; posons en outre OB=R (*fig.* 23, *Pl. IX*).

On aura toujours :

$$CA : BC :: P+H :: \sin.\alpha : \sin.\beta : \sin.(\alpha+\beta)$$

$$CA = \frac{(P+H)\sin.\alpha}{\sin.(\alpha+\beta)}\quad BC = \frac{(P+H)\sin.\beta}{\sin.(\alpha+\beta)}.$$

Pour le triangle aAC on a :

$$\sin.\alpha : \sin.(\alpha+\beta) :: L : D+L :: O\alpha : D+\text{coséc}.\alpha.$$

D'où

$$\sin.(\alpha+\beta) = \frac{\sin.\alpha(D+\cos.\alpha)}{L}.$$

Et par suite

$$CA = \frac{(P+H)D}{L+\text{coséc}.\alpha} = \frac{(P+H)D\sin.\alpha}{L\sin.\alpha+R^2}.$$

Pour $\alpha=0$ CA $=0$ et pour $\alpha=90°$ CA $=$

$\frac{(P+H)D}{L+R^2}$. Dans l'intervalle, la pression va toujours en croissant en même temps que α, et diminue également quand α décroît.

Dans la valeur de BC qui représente la tension du câble, le numérateur va toujours en croissant. Dans le dénominateur, β augmente; mais α augmente jusqu'à la position où le câble est tangent à la circonférence décrite par le sommet du *vibrating frame* et diminue ensuite, par conséquent sin. $(\alpha+\beta)$ va en croissant jusqu'à l'unité, et alors on ne peut rien conclure sur les variations de BC; mais dès que le câble fait un angle aigu avec le *vibrating frame*, sa tension augmente. Dans la pratique $\alpha+\beta$ n'est jamais supérieur à un droit. Nous admettons donc que la force qui agit sur la poulie dans la direction de BC croît à mesure que le wagon s'abaisse.

Or, dans le triangle aAC on a :

$$\sin\beta : \sin.(\alpha+\beta) :: l+Ba : D+a :: Ol+\cot.\alpha : D+\text{coséc}.\alpha.$$

D'où

$$\sin.(\alpha+\beta) = \frac{(D+\text{coséc}.\alpha)\sin.\beta}{l+\cot.\alpha}.$$

Et par suite

$$BC = \frac{(P+H)(l+\cot.\alpha)}{D+\text{coséc}.\alpha} = \frac{(P+H)(l\sin.\alpha+R\cos.\alpha)}{D\sin.\alpha+R^2}.$$

Pour le contre-poids P' on a :

$$P' : B'C' : A'C' :: \sin.(\alpha'+\beta') : \sin.\beta' : \sin.\alpha'.$$

$$A'C' = \frac{P'\sin.\alpha'}{\sin.\alpha'+\beta'}\ B'C' = \frac{P'\sin.\beta'}{\sin.(\alpha'+\beta')}.$$

Le triangle AbC' donne

$$\sin.(\alpha'+\beta') : \cos.\alpha' :: D'-Ob : L' :: D'-\text{séc}.\alpha' : L'.$$

D'où

$$\sin.(\alpha'+\beta') = \frac{\cos.\alpha'(D'-\text{séc}.\alpha')}{L'}.$$

Et

$$A'C' = \frac{P'L'tg\alpha'}{D'-\text{séc}.\alpha'} = \frac{P'L'R'\sin.\alpha'}{D'\cos.\alpha'-R^2}.$$

A mesure que α augmente, le numérateur augmente et le dénominateur diminue. Elle est donc maximum dans la position où le câble B'C' est normal à A'C', et décroît de part et d'autre de ce point.

Quant à l'expression qui donne B'C', il faudrait répéter pour elle les mêmes raisonnements qui ont été faits plus haut pour BC, et l'on conclurait également qu'on n'est sûr de son accroissement qu'à partir du point où α atteint sa valeur maximum, c'est-à-dire où le câble B'C' est perpendiculaire à A'C', parce qu'alors $\alpha'+\beta'$ devient de plus en plus obtus, et par suite $\sin.(\alpha'+\beta')$ diminue de plus en plus.

Dans le triangle A'bC' on a

$$\sin.(\alpha'+\beta') : \cos.\beta' :: D'-\text{séc}.\alpha' : l'-tg\,\alpha';$$

d'où

$$\sin.(\alpha'+\beta') = \frac{\cos.\alpha'(D'-\text{séc}.\alpha'')}{l'-tg\,\alpha'},$$

et

$$B'C' = \frac{P'(l'-tg\,\alpha')}{D'-\text{séc}.\alpha'}\,tg\beta' = \frac{P'(l'\cos.\alpha'-R\sin.\alpha')}{D'\cos.\alpha'-R^2}\,tg\beta'.$$

On devra avoir pendant la descente :

$$\frac{(P+H)(l\sin.\alpha+\cos.\alpha)}{D\sin.\alpha+R^2} > \frac{P'(l'\cos.\alpha'-R\sin.\alpha')}{D'\cos.\alpha'-R^2}\,tg\beta',$$

$$\frac{P(l\sin.\alpha+R\cos.\alpha)}{D\sin.\alpha+R^2} < \frac{P'(l'\cos.\alpha'-R\sin'\alpha)}{D'\cos.\alpha'-R^2}\,tg\beta'.$$

Et en tenant compte du frottement de l'axe sur ses coussinets,

$$\frac{P(+H)\ (l\sin.\alpha+R^2\cos.\alpha)}{D\sin.\alpha+R^2} > \frac{P'(l'\cos.\alpha'-R\sin.\alpha')}{D'\cos.\alpha'-R^2}\ tg\beta' + f\sqrt{BC_1^2+B'C'^2+2BC\times BC'\cos.(\alpha+\alpha')}.$$

$$\frac{P(l\sin.\alpha-R\cos.\alpha)}{D\sin.\alpha+R^2} < \frac{P'(l'\cos.\alpha'-\sin.\alpha')}{D'\cos.\alpha-R^2}\ tg\beta' - f\sqrt{BC_2^2+B'C'^2+2BC\times B'C'\cos(\alpha+\alpha')}$$

BC_1 étant la valeur de BC donnée plus haut et BC_2 cette même valeur, dans laquelle P + H est remplacé par P.

Il faut ajouter à ces inégalités la relation $(l+l')=$constante. J'ai supposé le rayon R constant, mais dans la pratique il n'en est réellement pas ainsi puisqu'on emploie les câbles plats. En introduisant cette condition, les expressions deviennent bien plus compliquées; si on appelle R le rayon maximum, r le rayon minimum, e l'épaisseur des câbles et θ l'angle dont a tourné l'axe des poulies, on devra avoir, en faisant abstraction du frottement :

$$\frac{(P+H)l(\sin.\alpha+(R-e\theta)\cos.\alpha)}{D\sin.\alpha+(R-e\theta)^2} > \frac{P'(l'\cos.\alpha'-(r+e\theta)\sin.\alpha')}{D'\cos.\alpha-(r+e\theta)^2}\ tg\beta',$$

$$\frac{(Pl\sin.\alpha+(R-e\theta)\cos.\alpha)}{D\sin.\alpha+(R-e\theta)^2} < \frac{P'(l'\cos.\alpha'-(r+e\theta)\sin.\alpha')}{D'\cos.\alpha'-(r+e\theta)^2}\ tg\beta'.$$

Et la relation $l+l'=$ constante sera remplacée par les deux suivantes :

$$l_1-l=R\theta-\frac{e\theta^2}{2} \text{ et } l_1'-l'=r\theta+\frac{e\theta^2}{2}$$

l_1 et l_1' étant les valeurs de l et de l' à l'origine du mouvement.

L'avantage des chaînes-contre-poids n'est pas aussi facile à voir que dans le cas plus simple considéré précédemment. Il est inutile de discuter leur emploi; et je ne m'étendrai pas davantage sur ces résultats du calcul.

Prix et travail maximum d'un drop. Frais d'embarquement.

En résumé les drops de la compagnie du Stanhope and Tyne railway sont les plus parfaits qui soient établis sur la Tyne. Chacun d'eux coûte 500 livres (12.500 fr.) non compris la maçonnerie et le chemin de fer qui les réunit entre eux. La grande longueur du *vibrating frame* permet aux navires de recevoir leur cargaison dans une profondeur d'eau variant de 13 à 16 pieds à marée basse.

Chaque drop peut embarquer un chaldron de 53 quintaux par minute; mais on se contente ordinairement de descendre 25 à 30 chaldrons par heure.

Les frais d'embarquement sont très-minimes et bien moindres, comme nous le verrons plus loin, que ceux qu'on a à payer en employant les keels. Ils se réduisent à 6 pence (0fr.63) par chaldron de Newcastle.

Drop d'une disposition particulière.

Un *drop* que j'ai vu employer sur la Tyne, dans les environs de Piercy-main, est fondé sur le même principe que les précédents, mais l'exécution est plus compliquée, et je ne m'y arrêterais pas si elle ne présentait quelque chose de fort ingénieux.

Les wagons employés n'ont plus la même forme qu'à l'ordinaire : ils sont tout à fait rectangulaires et s'ouvrent par devant. La *fig.* 1, *Pl. XI*, fait voir la disposition générale; 2 représente les charnières autour desquelles se meut la trappe qui ferme le devant du wagon; enfin 3

est le détail sur une plus grande échelle des systèmes de fermeture. Autour d'un axe *a*, fixé à la trappe, se meut un crochet maintenu contre celui-ci dans une rainure *bc*; ce crochet a une de ses branches placée en arrière d'une petite pièce en fer implantée dans la poutre qui termine antérieurement le fond du wagon, et il est maintenu dans cette position par un arrêt mobile autour d'un axe *k*. Mais si l'on suppose l'arrêt levé, et qu'on exerce une pression de bas en haut sur la cheville en fer *ef* qui traverse le fond du wagon, elle soulèvera la seconde branche du crochet et dégagera la première; alors le poids de la houille contenue dans le wagon poussera la trappe en avant, et celle-ci s'ouvrira, si l'on a soin d'y pratiquer une ouverture correspondant à la partie de la cheville *ef* qui pourrait l'arrêter. Quand le wagon sera vide, la trappe retombera dans sa position normale et le crochet la fermera de nouveau, par un jeu semblable à celui d'un loquet de porte.

Un convoi de ces wagons est amené à une distance du *drop* d'environ cent mètres; le chemin devient alors suffisamment incliné pour que le wagon puisse descendre de son propre poids et vaincre en outre une résistance qu'on lui oppose. Celle-ci consiste en un poids suspendu à l'extrémité d'un câble qui s'enroule sur une poulie à gorge creuse. L'axe de cette première poulie en porte une seconde d'un diamètre plus grand et à laquelle est fixé un câble qu'on attache au wagon; celui-ci, en descendant, est donc forcé de faire tourner les poulies, et, par suite, d'élever le poids qu'elles supportent : le poids est choisi de telle façon qu'il puisse faire remonter le wagon vide le long du plan incliné. Nous allons voir que ce même wagon

est déchargé par un mécanisme ingénieux, sans qu'on ait besoin de s'en occuper; il n'y a qu'un seul ouvrier sur le drop, il est chargé de manœuvrer les freins; un autre homme, placé à la poulie dont nous venons de parler, n'a d'autre occupation que d'attacher et de détacher les wagons à mesure qu'ils y arrivent.

La charpente du drop est absolument la même qu'à Saint-Lawrence; il y a un *vibrating frame*, mais il ne porte plus un plateau où doive venir se placer le wagon; à son extrémité supérieure est suspendue une caisse en tôle ayant la forme d'un parallélipipède rectangle au-dessous duquel est un prisme triangulaire (*fig.* 6, *Pl. XI*). Elle est formée de deux parties tout à fait semblables, qui peuvent s'écarter en tournant autour de deux charnières, et qu'on réunit à l'aide d'une clavette placée au-dessous de la caisse. La houille du wagon est déchargée dans cette caisse, et celle-ci est ouverte sur le pont du navire par les hommes qui reçoivent la cargaison. Voici, du reste, la manière dont le charbon passe du wagon dans la caisse: le crochet qui sert à attacher celui-ci à la chaîne de la poulie dont nous avons déjà parlé plus haut est d'une forme particulière représentée *fig.* 7 et 8, *Pl. XI*; lorsque le wagon est arrivé à une petite distance de l'endroit où il doit se vider, l'appendice inférieur du crochet entre dans un anneau rectangulaire *a*, *fig.* 8, fixé à un câble plat; celui-ci s'applique contre une pièce de charpente *bac* (*fig.* 4 et 5, *Pl. XI*), à laquelle il est fixé par l'une de ses extrémités *h*; l'autre vient s'attacher en *g* sur la circonférence d'une roue dentée, à l'axe de laquelle est fixé complétement un levier portant un poids à sa partie inférieure.

La roue engrène avec un pignon sur l'arbre duquel est montée une seconde roue en bois dont la vitesse doit être modérée à l'aide d'un frein; ce dernier est disposé de telle manière que l'axe ne puisse tourner sans qu'un homme vienne, à l'aide d'un levier, diminuer l'action d'un poids qui tend à serrer constamment le frein. Nous avons déjà décrit cet arrangement, qu'on peut du reste bien concevoir à l'aide des *fig.* 4, 5 et 9. Lorsque le wagon s'est accroché en *a*, il continue de s'avancer par suite de la pente et de sa vitesse acquise; alors le câble *ah* se replie sur lui-même en faisant tourner la roue dentée et soulevant le poids Q. Un instant après, une saillie en charpente *cdi*, placée un peu sur le côté, soulève la goupille *ef*, dont nous avons parlé en décrivant la forme du wagon, la trappe qui ferme le devant de celui-ci s'ouvre, et le charbon tombe dans la caisse en tôle. Au-dessus de celle-ci se trouve un cadre rectangulaire en charpente avec plusieurs pièces de bois destinées à supporter le wagon pendant qu'il se vide. L'ouvrier règle l'action du frein de telle manière que toutes ces manœuvres s'accomplissent convenablement; quand il n'y a plus de houille dans le wagon, il laisse agir le poids Q qui, en tendant à revenir à sa position primitive, relève le wagon et le fait marcher en arrière jusqu'à une certaine distance; il est ensuite remonté jusqu'au sommet du plan incliné par le mécanisme précédemment décrit. Le même homme qui a réglé l'action du wagon modère la descente du *vibrating frame* à l'aide d'un second frein disposé comme dans les drops ordinaires.

Ce système de *drop* a le désavantage de transvaser la houille une fois de plus qu'on ne le fait

ordinairement, et en outre d'exiger un temps double pour embarquer la même quantité, puisqu'on ne descend à la fois qu'un demi-chaldron au lieu d'un chaldron.

Drops à Sunderland.

J'ai déjà dit qu'à Sunderland, l'espace dont on pouvait disposer pour établir des embarcadères était très-resserré, et qu'il fallait souvent creuser dans les rives du fleuve l'emplacement nécessaire pour ces constructions. Aussi ne pouvait-on pas, en adoptant le système des drops employés à Newcastle, placer le contre-poids de la même manière. On a beaucoup varié les dispositions qu'il fallut alors prendre pour équilibrer le poids du wagon descendant. Les uns ont conservé le même principe, et, pour ainsi dire, la même construction; ils n'ont fait que changer le point fixe qui sert de centre au cercle décrit par le contre-poids. J'ai remarqué le système indiqué dans la *fig.* 10, *Pl. XI*; et tous les autres n'en sont que des modifications plus ou moins heureuses. On voit que l'axe des poulies sur lesquelles s'enroulent les câbles est situé au-dessous du plancher, et que le contre-poids est lui-même au-dessous de cet axe. Le levier à l'aide duquel on manœuvre le frein traverse le plancher pour être plus à portée de l'ouvrier qui doit le faire agir.

Les autres ont complétement changé la manière d'équilibrer le poids du wagon et de la houille qu'il contient, et ont employé une méthode bien préférable, sous ce point de vue, à celles que nous avons déjà décrites. Elle consiste à placer le contre-poids de telle manière que son action varie identiquement suivant la même loi que celle du wagon plein de houille, et on parvient à ce but en les suspendant aux deux extré-

mités d'un levier mobile autour d'un point intermédiaire. J'ai pris un croquis de la disposition de ces appareils, et je le reproduis *fig.* 11 et 12, *Pl. XI*. Le *drop* consiste en deux pièces de fonte tout à fait semblables, qui sont dans deux plans verticaux parallèles ; elles sont réunies l'une à l'autre par de fortes barres de fer horizontales ou assemblées en croix. Toute cette pesante masse métallique est mobile autour d'un axe horizontal placé au tiers de la longueur et supporté par une charpente. Pour diminuer le poids de l'appareil, les deux montants en fonte sont découpés comme on le voit dans la *fig.* 12 ; ils sont réunis à leur sommet par un axe horizontal qui supporte un plateau, tout à fait comme dans les *drops* en bois. Quant au contre-poids, il est attaché à la partie inférieure entre les bases des deux montants, et consiste en une boîte en fonte qui a déjà un grand poids par elle-même, et qu'on peut en outre remplir de masses pesantes. Pour régler la descente, il y a un frein disposé comme à l'ordinaire, et agissant sur une grande roue en bois à laquelle le mouvement de l'appareil est communiqué par deux pignons engrenant avec des portions de roues dentées qui terminent chaque montant à sa partie inférieure. Le levier qui sert à manœuvrer le frein est placé sur le plancher par lequel arrivent les wagons, et l'action est transmise au-dessous par l'intermédiaire de tiges ou de chaînes en fer. L'application du calcul à ce système de *drop* donne des résultats fort simples. Appelons, en effet, L la longueur de la plus grande branche de l'appareil, L′ celle de la plus petite, ou mieux la distance du centre de gravité du contre-poids à l'axe de rotation ; P la somme des poids du pla-

teau, du wagon et de la composante du poids de la branche L qui passe par le sommet; P' le contre-poids et la composante du poids de L' qui passe par le centre de gravité du contre-poids; enfin H le poids de la houille (*fig.* 13, *Pl. XI*).

Pendant la descente, le mouvement sera favorisé par une force (P+H) L sin. α, et retardé par une autre P' L' sin. α. Lorsque le wagon vide remontera, on aura au contraire une force P' L' sin. α qui produira le mouvement, et une autre PL sin. α qui tendra à l'empêcher. Il faudra que ces forces satisfassent aux relations :

$$(P+H)L > P'L' \qquad PL < P'L'.$$

Si l'on tient compte du frottement qui s'exerce autour de l'axe de rotation, ces expressions deviennent :

$$(P+H)L > P'L' + fr(P+P')$$
$$PL < P'L' - fr(P+P')$$

r est le rayon de l'axe de rotation.

Le moment de la charge descendante, celui du contre-poids et celui du frottement restent constants, quel que soit l'angle α.

Par conséquent, l'excès de force qui produit le mouvement initial a toujours la même valeur. On pourra donc rendre la descente uniforme, à partir du moment où la vitesse sera devenue convenable, en exerçant sur le frein une pression constante et précisément égale à l'excès de force qui tend à chaque instant à accélérer le mouvement. Les mêmes observations s'appliquent dans la seconde période de l'opération, c'est-à-dire quand le wagon remonte à vide.

Le principe des *drops* de Sunderland est donc meilleur que celui des drops de Newcastle; quant

à ceux qui méritent la préférence dans la pratique, il est assez difficile de le décider. Peut-être les seconds ont-ils l'avantage de porter la charge à une plus grande distance, et d'ailleurs ils peuvent être établis partout à peu près aux mêmes frais, tandis que les *drops* en fonte auront des prix bien différents, suivant la distance à laquelle il faudra aller chercher les matériaux nécessaires à leur construction, et suivant les frais de transport.

§ 2. *Transport du charbon dans les* Keels.

Description des *keels*.

Les keels ou bateaux, qui pendant longtemps ont servi exclusivement, et qui, aujourd'hui, servent encore dans beaucoup d'endroits à transporter la houille du rivage aux navires, ont une forme ellipsoïdale assez allongée; leur profondeur est peu considérable. On les fait avancer sur l'eau de trois manières différentes : tantôt on emploie une voile rectangulaire, et, comme le bateau est dépourvu de gouvernail, on remplace ce dernier par une rame qu'on fait manœuvrer à l'arrière; tantôt on substitue à la voile l'usage d'une seconde rame à l'aide de laquelle trois hommes produisent le mouvement; tantôt, enfin, lorsqu'on est dans des eaux basses, on se sert de perches en bois qu'on appuie sur le fond de la rivière. Cette dernière méthode est exclusivement employée sur la Wear, au-dessous de Sunderland.

Leur capacité.

La capacité de ces bateaux est de 8 chaldrons de Newcastle ou 21 tonnes 4 quint. (21.531 kil.,78). Afin de pouvoir vérifier à chaque instant si la charge n'est pas plus ou moins grande, il y a dans le nord de l'Angleterre une commission émanant

de la cour de l'Échiquier, et dont le but est de surveiller les keels, les wagons et les autres appareils employés pour le transport de la houille. Lors donc qu'un keel est nouvellement construit, un officier public vient à bord, et, après avoir vérifié que le bateau ne portait aucun poids étranger, il enfonce un clou à tête carrée pour marquer l'affleurement. On charge ensuite successivement un, deux, et jusqu'à huit chaldrons, en marquant de la même manière la ligne d'affleurement après l'addition de chaque chaldron. Si un keel perd ses clous, il doit immédiatement les faire remplacer; s'il est trouvé naviguant sur la rivière avec une trop forte charge, il peut être saisi.

Chargement et transport au navire.

Le plus souvent, le charbon descendant par un *spout* tombe dans le keel au milieu d'une enceinte faite avec de grossières cloisons en bois, et le seul soin que l'on prenne est de faire varier la position du bateau de manière que cette enceinte se remplisse à peu près uniformément. Quelquefois, quand le charbon est gros, on forme des murs avec les plus forts morceaux et on supprime les cloisons; si, au contraire, il est trop fin, on supprime encore celles-ci, et on l'étend sur le fond du bateau. Nous avons déjà dit que, dans plusieurs points de la Wear, pour la houille très-tendre, on employait des caisses rectangulaires, qu'on rangeait dans le keel. Ces caisses sont ensuite enlevées à l'aide de cordes et de poulies, et amenées au-dessus de l'ouverture pratiquée dans le pont des navires; on ouvre le fond de chaque caisse et la houille tombe à fond de cale. Quand le charbon n'est pas ainsi apporté dans des caisses, on le jette simplement à l'aide de pelles, soit par

les sabords, soit même sur le pont du navire (1). Dans tous les cas, un ouvrier est occupé à ranger le charbon à mesure qu'il est introduit dans la cale, opération qu'on appelle *triming*.

Frais d'embarquement.

L'embarquement par l'intermédiaire des keels est bien plus dispendieux que le chargement direct par *spouts* ou *drops*; les frais sont en grande partie à la charge du propriétaire du navire. Voici les tarifs adoptés sur la Tyne :

Pour transporter un keel de charbon, des embarcadères situés :

1° Entre Newcastle et Scotswood, jusqu'à

	Payé par le navire.		par le propriétaire de la mine.	Total.	
	sh.	p.	sh.	sh.	p.
Newcastle. . .	11	8	1	12	8
St-Anthony's .	13		1	14	
Hebburn. . . .	14	4	1	15	4
Jarrow.	17		1	18	
Shields.	18	8	1	19	8

2° Au-dessous de Scotswood, à

	sh.	p.	sh.	p.	sh.	p.
Newcastle. . .	12		4	6	16	6
St-Anthony's .	13	4	4	6	17	10
Hebburn. . . .	14	8	4	6	19	2
Jarrow.	17	4	4	6	21	10
Shields. . . . ,	19		4	6	23	6

3° A Lemington et à Stella :

Les frais sont les mêmes pour le navire, mais le propriétaire du charbon paye 6 sh. 2 p. dans la première localité, et 7 sh. dans la deuxième.

---

(1) Il arrive souvent que des morceaux de charbon tombent dans l'eau, et la proportion totale en est assez grande pour que leur recherche soit l'objet de l'industrie des pauvres gens. A l'embouchure de la Tyne et à Sunderland, sur la côte, il y en a un nombre assez grand qui

Il y a en outre à payer le chargement dans les keels ou 6 pence par chaldron. Enfin le navire doit donner en outre 4 p. $\frac{1}{2}$ par chaldron pour ranger le charbon dans la cale.

Un keelman peut gagner de 30 à 40 shillings (37 f. 50 c. à 50 f.) par semaine.

§ 3. *Appareils servant à transvaser la houille. Magasins éloignés du puits d'extraction, etc.*

On a souvent besoin de transvaser la houille d'un wagon dans un autre ou dans un chariot de forme quelconque. Ce procédé consiste toujours à amener le premier wagon au-dessus du vase qu'on veut remplir et à faire tomber la houille de l'un dans l'autre; quand il y a une hauteur notable entre le fond du wagon et la caisse qui doit recevoir le charbon, on emploie des trémies de forme variée. A la mine de Saint-Lawrence, quand on veut transporter de la houille destinée à la consommation des environs, on l'amène par des wagons ordinaires en un point où le chemin de fer qui aboutit à la Tyne passe au-dessus d'une route publique, et on les ouvre au-dessus des trémies représentées (*fig.* 14, *Pl. XI*). En tirant la plaque de fonte à coulisse qui ferme celle-ci, on peut faire tomber le charbon dans les chariots qui doivent l'emporter. Un système analogue est

---

se livrent à cette occupation. La quantité de houille apportée par la marée est souvent notable, et elle est probablement due en grande partie à la perte des navires houillers et à la destruction, par l'eau de la mer, des affleurements de couches qui peuvent exister à une distance plus ou moins grande du rivage.

employé quand la houille doit être emmenée sur un chemin de fer sur lequel ne doivent pas circuler les wagons venant directement de la mine.

J'ai déjà dit que les *staiths* étaient souvent accompagnés de magasins où on accumulait la houille qui n'était pas immédiatement embarquée, et j'ai cité ceux de Whitehaven et nommé celui de Townley, qui consiste simplement en un vaste hangar en planches. Il n'est pas toujours facile de construire ces réservoirs sur les bords mêmes de la rivière, et on en a élevé à une distance plus ou moins grande de la mine et des embarcadères. Nous avons remarqué le magasin représenté (*fig.* 15 et 16, *Pl. XI*) dans le voisinage de Piercy-main; il appartient à la mine qui emploie les wagons de $\frac{1}{2}$ chaldron, et l'ingénieux drop décrit plus haut. **Magasins.**

Ce magasin est placé à côté du chemin de fer qui va de la mine à la Tyne et un peu en arrière d'une machine à vapeur fixe desservant un plan incliné. Un embranchement partant du chemin principal peut amener les wagons à la base des chemins en pente situés à la partie postérieure des magasins. Pour élever les wagons au sommet de ceux-ci, on emploie la machine du plan incliné. Une corde qui s'enroule sur un tambour mis en mouvement par cette machine vient s'attacher sur une roue AB (*fig.* 17) d'environ $2^m,50$ de diamètre, et fait tourner par son intermédiaire un axe auquel sont fixées les bobines *ab* et *cd* situées dans le plan vertical qui passe par l'axe de chacun des plans inclinés. Des câbles attachés à ces bobines par une de leurs extrémités s'élèvent verticalement jusqu'au sommet du plan incliné et redescendent ensuite soutenus par des poulies et

des rouleaux jusqu'à sa base; en s'enroulant sur leurs bobines respectives, ils élèvent chacun un wagon jusqu'à une plate-forme M où un ouvrier les détache. Cette plate-forme se termine par un plancher incliné vers l'intérieur des magasins, et auquel est adjoint un mécanisme tout à fait pareil à celui que nous avons décrit pour les drops de la même mine. Un ouvrier détache le câble et pousse le wagon, muni à sa partie postérieure du genre de crochet déjà décrit, sur le plancher incliné. Le wagon se vide comme dans les *drops*, et la houille tombe dans les magasins. Il est ensuite ramené sur la plate-forme par le mécanisme même, et l'ouvrier le rattache au câble qui doit le retenir pendant sa descente. Une sonnette lui sert pour indiquer à l'homme chargé de la machine à vapeur, quand il doit produire ou arrêter le mouvement.

Enlèvement du lest des navires.

Lorsque des navires arrivent dans la Tyne, pour prendre une cargaison de charbon, il faut d'abord les débarrasser du lest dont ils sont chargés. On emploie pour cela deux procédés, assez analogues sous le rapport de leur destination à ceux qui servent à l'embarquement de la houille : le lest peut être enlevé à l'aide de grues ou bien être emporté dans des keels.

1° Emploi des grues.

La disposition de ces appareils est quelquefois assez compliquée. J'ai remarqué l'un d'eux, situé sur la rive gauche de la Tyne, à une petite distance au-dessous de Wall's end. La partie principale consiste en une grue en bois supportée par un plancher qui s'avance à une certaine distance au-dessus de la rivière; c'est à l'aide de cette grue que sont élevés les vases qu'on a remplis de lest

au fond du navire à décharger. Des caisses cylindriques en tôle qui peuvent basculer autour d'un axe horizontal sont suspendues à l'extrémité d'une chaîne qui passe sur une poulie attachée à la grue et va ensuite s'enrouler sur un tour horizontal. Quand la caisse a dépassé le niveau du plancher, on tourne la grue de manière à l'amener au-dessus d'un wagon dans lequel on la vide; lorsque ce wagon est plein, on l'amène à la base d'un plan incliné sur lequel il est élevé par une machine à vapeur; il arrive ainsi au sommet d'un monticule provenant de l'accumulation du lest de tous les navires qui viennent se décharger à cette place, et il est lui-même vidé pour aller de nouveau se faire emplir.

On paye 9 pence par tonne pour l'enlèvement du lest, ensuite un droit à la corporation de 1 sh. 8 p. quand on décharge son lest à Shields, et 1 sh. 6 p. quand on le décharge au-dessus de Shields.

La corporation accorde un bail de 21 ans à un entrepreneur qui fournit l'emplacement et les appareils; cet entrepreneur n'a aucun rapport avec les navires qu'il décharge, et reçoit, d'après les conventions établies, un payement qui varie de 15 $\frac{1}{2}$ pence à 8 pence par tonne.

2° Emploi des keels.

Le déchargement du lest à l'aide des keels n'a besoin d'aucune explication; il est d'ailleurs plus rarement employé que le précédent, parce qu'il coûte beaucoup plus cher. En effet, on a toujours à payer le droit de la corporation, et en outre, pour un keel emportant 20 tonnes de lest, il faut payer 38 shillings ou 1 sh. 7 p. $\frac{2}{5}$ par tonne, ce qui fait 10 p. $\frac{2}{5}$ de plus qu'en employant les grues.

X.

COMMERCE DE LA HOUILLE.

Le commerce de la houille, en Angleterre, est soumis à des règlements qui ont changé à différentes époques, et dont le résumé peut paraître intéressant. Ce que nous avons à dire à ce sujet se partage naturellement en trois parties :

1° Commerce de la houille au port d'embarquement; 2° Vente de la houille à Londres et en Angleterre; 3° Commerce de Newcastle avec l'étranger.

§ 1. *Commerce de la houille au port d'embarquement.*

Données historiques.

On a prétendu que les Romains ont exploité et brûlé le charbon de Newcastle à l'époque où ils occupaient l'Angleterre. Sans s'arrêter à un fait qui n'est rien moins que prouvé, on peut ajouter plus de confiance à un manuscrit antérieur à 1195 et dans lequel il est établi que, parmi les concessions d'un seigneur à ses vassaux, dans le voisinage de Bishop-Wearmouth, il est accordé au forgeron 12 acres de terre dont il doit tirer le charbon à son usage; mais le premier document qu'on puisse regarder comme exact est la charte accordée le 1er décembre 1239 par le roi Henri III, aux habitants de Newcastle, charte dans laquelle il fait droit à leur demande d'extraire du charbon et des pierres dans le voisinage de cette place. Un ouvrage historique, à la date de 1245, mentionne la houille sous le titre de *carbo maris*, et parle des puits qu'on creusait pour l'extraire et

des gages des ouvriers. En 1281, il y eut un accroissement rapide dans le commerce de la houille à Newcastle, et à partir de cette époque, l'histoire de ce dernier devient presque identique avec celle de la ville qui donne son nom à tout le district houiller du nord de l'Angleterre.

On ne sait rien de bien exact sur les premiers embarquements de houille pour Londres, mais en 1327, le combustible était regardé comme un article de commerce très-important. Le 2 mai 1421, le parlement rendit un acte dans lequel il était établi qu'un droit de 2 *pence* par chaldron était prélevé sur les charbons de Newcastle transportés par keels aux navires. Cet acte mentionnait en outre que les keels portaient plus qu'ils ne déclaraient, et que, pour remédier à cette fraude, ils devraient tous être mesurés et marqués par des commissaires du roi. Tous ces faits semblent annoncer qu'à cette époque les mines étaient déjà exploitées sur une échelle assez grande. Quant aux frais d'extraction et au prix du charbon, on sait que l'abbaye de Tynemouth (petit village situé à l'embouchure de la Tyne) possédait une mine qu'elle louait 5 liv. par an en 1330; 20 liv. (500 fr.) en 1530, avec la condition de ne pas extraire plus de 20 chaldrons par jour; et 50 liv. en 1538, sans aucune restriction. Du temps de Richard II, les charbons étaient vendus à Whitby 5 sh. 4 p. par chaldron, et du temps de Henri VIII, ils étaient vendus 12 pence par chaldron à Newcastle, 4 shillings environ à Londres, et en France, 13 nobles.

Vers la fin du XVIe siècle, toutes les affaires entre le négociant et le marchand venu par mer s'accomplissaient par l'intermédiaire de facteurs

et en juin 1836, 4.869.824 tonnes. Depuis, le commerce s'est un peu accru, mais son extension n'est plus aussi rapide.

De la Wear. L'histoire de la Wear, sous le rapport du commerce, se lie intimement à celle de la Tyne. C'est vers la fin du règne d'Élisabeth que Sunderland acquit de l'importance, tandis que Hartlepool, l'ancien port du palatinat de Durham, dégénéra peu à peu en une simple ville de pêche. Pendant les guerres civiles, comme Newcastle fut vaillamment défendu par le roi, les mines de la Wear et le port de Sunderland devinrent fort importantes. La ville paraît avoir reçu en 1642 une garnison parlementaire. C'est à partir de 1654 que la Wear partagea avec la Tyne presque tout le commerce de Londres. Sa prospérité s'accrut de jour en jour, si bien qu'en 1800 on embarqua 303.459 chaldrons de Newcastle, et en 1828, 532.508, la vente totale ayant été, pendant les 28 ans, un peu au-dessous de 12.000.000.

En 1830	elle monta à	1.205.930 tonnes.
1831		1.118.042
1832		1.196.347
1834		919.433
1835		1.483.108

Les mines de la Wear étaient susceptibles de produire, en septembre 1829, 2.776.586 tonnes, et en juin 1836, 3.314.098 tonnes.

De la Tees. La Tees est restée longtemps en arrière de ses deux rivales, et ce n'est qu'en 1820 que Stockton est venu fournir son contingent au commerce de la houille. En 1835, cette ville envoyait peu de charbon à Londres, parce qu'il ne peut arriver dans son port que de petits navires portant au plus 200 tonneaux. Son commerce consiste principale-

ment dans l'exportation. Le charbon est de bonne qualité, mais tendre et friable.

De juin 1827	à juin 1828 il fut vendu	28.196 chaldr.
1828	1829	42.216
1830	1831	151.262
1832	1833	356.060
1833	1834	285.765
1834	1835	557.726

Des mines isolées.

Indépendamment de ces trois districts houillers, il y a quelques exploitations isolées qui embarquent le charbon à l'embouchure de petites rivières situées au nord de la Tyne. Les productions réunies de *Hartley*, *Cowpen* et *Netherton* furent,

En 1834	101.228 tonnes.
1835	133.184

Enquêtes faites par la Chambre des communes.

Le commerce de la houille, en Angleterre, est d'une telle importance, qu'il a appelé à diverses époques l'attention du gouvernement; des enquêtes eurent lieu à diverses époques, et en 1800, 1830, 1835 et 1836, des commissions spéciales furent nommées pour examiner les abus qui s'étaient introduits ou faire droit à des pétitions relatives à ce sujet. Les résultats de ces enquêtes, et les documents qui ont servi de base aux décisions adoptées, ont été publiés par ordre de la chambre des communes. J'y ai puisé la plupart des renseignements qui suivent.

Pacte entre les exploitants.

Les exploitants du nord de l'Angleterre font entre eux une convention par laquelle est fixée la quantité que chacun doit fournir et le prix qu'il doit exiger. Cette association est antérieure à 1771, et dans cette dernière année elle fixa le prix du charbon à 12 s. ou 15 s. le chaldron de Newcastle. Elle se continua jusqu'en 1787 avec quel-

ques interruptions, et a subsisté jusqu'à ce jour. Le nombre des propriétaires qui en ont fait partie à diverses époques a toujours été en croissant. En 1838, sur quarante-deux mines qui formaient le district de la Tyne, il n'y en avait que trois qui fussent en dehors de la convention. Dans le district de la Wear, sur neuf mines il y en avait six qui y prenaient part; enfin, dans le district de la Tees, sur dix-sept mines, neuf étaient réunies à l'association de la Tyne et de la Wear, et huit restaient en dehors.

Voici comment s'établit la convention appelée règlement de la vente (*Regulation of the vend*).

Chaque mine nomme un représentant; ceux d'un même district se réunissent, et choisissent parmi eux les membres d'un comité qui doit fixer le règlement. En 1838, ce comité était composé de neuf commissaires pour la Tyne, six pour la Wear, cinq pour la Tees et un pour les mines de Hartley, Cowpen et Netherton. Il était ainsi constitué depuis février 1834. Les propriétaires des meilleurs charbons sont invités à indiquer le prix auquel ils veulent vendre pendant l'année suivante. Les autres se basent sur ces premières données pour déterminer les leurs. Toutefois, avant qu'ils soient bien arrêtés, il y a des variations nombreuses. Ainsi, un propriétaire de charbon inférieur donne-t-il un prix trop bas, les premiers reviennent sur les leurs pour s'accorder avec lui; le contraire peut également avoir lieu. Il arrive quelquefois qu'on ne peut s'entendre, et l'association reste dissoute jusqu'à ce que les inconvénients d'un commerce illimité forcent de nouveau les exploitants à se réunir. Chaque mine envoie ensuite un état indiquant la qualité des divers

charbons qu'elle possède, et la quantité de chaque espèce qu'elle peut extraire.

C'est d'après ces données que le comité fixe la quantité que chaque mine devra verser dans le commerce. Il prend une base arbitraire de beaucoup supérieure à la production réelle, dix millions de tonnes, par exemple, et détermine la portion de cette base qui doit être fournie par chaque exploitation. Pour cela il se fonde non-seulement sur la puissance d'extraction de chacune d'elles, mais encore sur la qualité du charbon qu'elles produisent.

En 1835 les rapports étaient les suivants :

Pour la Tyne.	939.000
— Wear.	585.000
— Tees.	160.000
Hartley, Cowper, Netherton.	68.750
	1.752.750

La quantité totale qui doit être fournie chaque mois ou chaque quinzaine est répartie entre les différentes mines proportionnellement aux nombres adoptés. Le comité s'assemble à Newcastle ou à Chester le Street, il examine le nombre des vaisseaux en chargement, de ceux qui sont à Londres ou qui font actuellement la traversée ; il prend connaissance du prix actuel du charbon au marché de Londres, et, d'après ces données, détermine le contingent de la quinzaine suivante. Plus il y a de vaisseaux partis avec leur cargaison, et plus le prix à Londres est faible, moins ce contingent est considérable. D'ailleurs les mines sont partagées en quatre classes suivant la nature du charbon qu'elles produisent, et la quantité que chacune de ces classes doit envoyer au marché

n'est pas la même. Chacune d'elles est regardée comme se rapportant à une branche de commerce différente des autres.

Le but du règlement de vente est avant tout de régulariser le travail de chaque mine, qui, sans lui, pourrait avoir des demandes considérables à une époque et nulles à une autre. Il en résulterait pour les ouvriers un surcroît d'ouvrage dans un cas et un manque total d'occupation dans l'autre, inconvénients qui sont également à redouter. En second lieu, les propriétaires de charbon cherchent autant que possible à obtenir un prix convenable, et il a été démontré que jamais les bénéfices n'étaient exorbitants et que trop souvent ils étaient presque nuls. Enfin l'association a encore pour effet de porter sur le marché de Londres une plus grande quantité de charbons inférieurs, qui sans cela ne pourraient être versés dans le commerce. On s'est souvent plaint de cette coalition des exploitants, et toujours on a reconnu qu'elle était plutôt profitable que nuisible au bien-être général. Ce qu'il y a de certain, c'est que les périodes plus ou moins longues pendant lesquelles elle cessa d'exister n'ont pas amené une baisse permanente dans le prix du charbon. D'un autre côté, toutes les fois que l'association a voulu porter ses prix trop haut, il en est résulté qu'une quantité considérable de charbons est venue d'Écosse, du pays de Galles et des comtés intérieurs de l'Angleterre, alimenter le marché de Londres.

Indépendamment du règlement de la vente, il y a une convention faite entre les exploitants du nord et les *facteurs* de Londres, en vertu de laquelle les premiers ne doivent pas fournir de

cargaison aux navires qui, pendant leur séjour dans la Tamise, ne se sont pas soumis aux formalités ordinaires. Ces vaisseaux sont alors obligés d'employer la ruse et une foule de moyens détournés pour obtenir leur chargement, et souvent ils sont forcés de quitter un port sans avoir pu y parvenir.

Les membres de l'association qui ne se conforment pas aux règles sont soumis à des amendes plus ou moins fortes et dont le payement est assuré par un cautionnement déposé à l'avance.

Les vaisseaux qui viennent chercher leur cargaison sur la Tyne sont soumis à un statut qui porte le nom de *turn act*, et en vertu duquel ils ne peuvent être chargés qu'à leur tour dans l'ordre de leur arrivée. Il n'y a rien de pareil pour la Wear, et on a quelquefois élevé des plaintes à ce sujet. Les étrangers prétendent qu'ils ne sont pas servis aussi vite que ceux qui sont connus. Turn act.

Les achats faits aux propriétaires de charbon ont lieu entre les parties mêmes, ou par l'intermédiaire d'agents qu'on appelle *fitters*. Chacun d'eux tient une liste où s'inscrivent les acheteurs. Quand un capitaine de navire arrive dans le port d'embarquement, son premier soin est de mettre son nom sur plusieurs listes; il prend ensuite des informations et se fait rayer chez les fitters dont il ne veut ou ne peut pas employer les services. Si une mine a vendu tout ce que le règlement lui assigne pour la quinzaine courante, les vaisseaux qui veulent y prendre leur cargaison doivent attendre la quinzaine suivante. Dans le cas où un propriétaire refuserait, sans motif valable, le chargement d'un navire, il est condamné à payer 100 livres (2.525 fr.) d'amende. Fitters.

Quand un chargement a été effectué, le *fitter* remet au capitaine un certificat indiquant la quantité embarquée. S'il n'accuse pas réellement la quantité embarquée, il est condamné à une amende de 100 livres.

Prix du charbon au port d'embarquement.

Voici quelques données sur le prix du charbon au port d'embarquement.

A Newcastle,	un chaldron de Londres coûtait :
en 1771	6 sh. 0 p.
en 1794	9
en 1800	11
en 1828	14

De 1815 à 1828, le charbon de première qualité a conservé son prix, mais la seconde qualité a un peu baissé. Le prix maximum qu'ait atteint la houille sous l'empire est 17 sh.; c'était en 1810. En 1837, la première qualité coûtait à Newcastle et à Sunderland 11 sh. 6 pence la tonne. La qualité inférieure coûtait 7 sh. 6 p. par tonne.

Quant au petit charbon qui a passé à travers les cribles, son prix descend souvent à $\frac{1}{10}$ de celui du gros. Moyennement il en est le tiers ou le quart.

En 1837, à la même époque où le prix du meilleur charbon de Newcastle était 11 sh. 6 p, la première qualité valait en Ecosse 12 sh., à Swansea 14 sh. 6 p., dans le Yorkshire de 8 sh. 6 p. à 10 sh. 6 pence.

Charges du navire.

Les premières charges que paye un navire en arrivant au port d'embarquement sont celles qui sont relatives au lest. Quand il le fait enlever à Shields, il paye 1 sh. 8 pence par tonne à la corporation de Newcastle et 9 pence par tonne pour l'emploi des grues. Au-dessus de Shields, le droit de la corporation est réduit à 1 sh. 6 p. par tonne. L'impôt le plus onéreux pour les navires char-

geant à Newcastle était autrefois la taxe de Richmond d'un shilling par chaldron de Londres. Elle rapportait annuellement 3.500 livres (88.375 fr.) au gouvernement. Elle a été abolie le 1er mars 1831 à la suite de l'enquête faite en 1830 par la chambre des communes.

Indépendamment de la taxe qu'elle perçoit pour l'enlèvement du lest, la corporation de Newcastle perçoit 2 pence par chaldron de 53 quintaux : ces revenus servent à l'entretien de la rivière et à d'autres travaux d'utilité publique ; en outre la corporation paye un droit de 100 livres (2.525 fr.) par an à la couronne, pour la rivière et le havre.

Voici le résumé de toutes les charges à payer sur une cargaison de 110 chaldrons de Newcastle partant pour Londres.

Taxes de la corporation.		18 sh.	4 p.
Pour la jetée de Scarborough. . . .		5	4
— de Bridlington.		2	4
— de Whitby.		4	8
Lumières de la côte.	1 liv.	7	6
— de la Trinité.	1	8	3
— de Tynemouth.		8	4
Basses lumières à Shields.		2	2
	4 liv.	11 sh.	11 p.

Ou par chaldron 10 pence.

Avec ces 10 p. il faut ajouter au prix du charbon tel qu'il est payé au propriétaire, les frais de chargement. Si on emploie des keels venant, par exemple, de Lemington, le prix étant pour le bateau complet 19 sh., sera pour un chaldron 2 sh. 4 p. $\frac{1}{2}$. Il faut y ajouter l'arrangement du charbon dans le navire (trimming) qui est de 4 p. $\frac{1}{2}$, de sorte qu'en résumé l'acheteur aura payé

3 sh. 7. p. en sus du prix de la houille. S'il ne fait pas usage de keels, il n'y aura que 6 p. pour le spoutage et 5 p. $\frac{1}{4}$ par chaldron, ce qui fera seulement 1 sh. 9 p. $\frac{1}{4}$. La différence entre les deux modes d'embarquement est compensée par la différence de fret du navire.

En arrivant à Sunderland, les navires jettent souvent leur lest dans la mer, et n'ont alors rien à payer à la ville sous ce rapport. La taxe de Richmond n'a jamais existé pour les navires venant de la Wear; il n'y a pas non plus de droit à la corporation, mais des taxes sont perçues par les commissions chargées de l'amélioration du havre, de la construction de la jetée et d'autres travaux généraux, de sorte que l'impôt de 10 p. perçu à Newcastle est remplacé par un autre de 1 sh. 5 p. par chaldron de 53 quintaux. En outre, quand on charge par keels transportant le charbon dans des caisses rectangulaires, les frais sont de 6 sh. 6 p. par chaldron et 4 p. $\frac{1}{2}$ pour l'arrangement à fond de cale.

Les navires qui viennent charger sur la Tees payent d'abord un droit de 2 sh. 6 p. à la ville et 6 p. pour les balises de la rivière. Il y a en outre une taxe de 3 p. par tonne pour la navigation de la Tees. Un vaisseau portant 166 chaldrons paye 3 liv. 4 sh. 10 p. $\frac{1}{2}$ de taxe, y compris les phares de la Trinité, les lumières particulières, et les taxes de Scarborough.

Je laisse maintenant de côté tout ce qui est relatif à l'exportation, ayant l'intention, comme je l'ai déjà dit, de consacrer à ce sujet un article spécial, et je terminerai cet aperçu du commerce du charbon au port d'embarquement par quelques mots sur le fret des navires.

Les navires qui servent à transporter la houille du nord de l'Angleterre à Londres sont du port de 200 tonneaux; mais ils prennent toujours un chargement de 300 tonnes de houille. Il entre annuellement dans la Tyne plus de seize mille vaisseaux, uniquement destinés au commerce du charbon, et tous ceux dont le port ne dépasse pas 225 tonneaux peuvent remonter jusqu'à Newcastle à l'aide de remorqueurs.

Navires employés. Fret et autres dépenses relatives à la navigation.

Il est rare que les propriétaires de mines frètent eux-mêmes des navires pour transporter leur charbon à Londres. Cela n'arrive guère qu'aux époques où le règlement de vente n'existe pas, et où la concurrence est trop grande. Généralement il n'y a aucun intérêt pour l'exploitant à se soumettre lui-même aux clauses du marché, parce qu'il ne peut être sur place; aussi le plus souvent la houille est vendue à des navires marchands (*traders*) qui la transportent à leurs frais et vont la vendre à Londres. Ils dépensent moyennement 80 livres par voyage pour l'équipage seul, qui se compose de huit hommes, y compris le capitaine; le contre-maître et le charpentier reçoivent 6 liv. 5 sh. de gage, les autres marins 5 liv. 5 sh., et le capitaine 9 liv. L'équipage est nourri par l'armateur. Les propriétaires de navires forment à Newcastle un comité qui, au mois de février, établit pour l'année le tarif du fret; celui-ci est très-variable. Il était

en 1818 de	11 sh.	$\frac{3}{8}$ p.	par chaldron de Londres.			
1823	13	11 $\frac{4}{5}$	en 1827 de	11 sh.	4 p.	$\frac{1}{2}$
1824	14	1 $\frac{3}{8}$	1828	10	9	$\frac{7}{8}$
1825	13	11	1829	10	9	$\frac{1}{8}$
1826	11	8				

La diminution a continué jusqu'en 1835, où le

fret est descendu à 7 sh. 11 p. $\frac{3}{4}$ par tonne. Depuis il a un peu augmenté; il était en 1836 de 8 sh. 7 p. $\frac{1}{4}$, et en 1837 de 9 sh. 2 p. $\frac{1}{4}$ par tonne.

Pour entrer et sortir de la Tyne, chaque navire a besoin d'un pilote, ce qui fait une dépense additionnelle de 2 liv.; il faut y ajouter 1 liv. pour le remorqueur, et les frais pour l'enlèvement du lest. Un navire de 200 tonneaux a ordinairement 45 tonnes de lest, dont l'enlèvement coûte, d'après les tarifs cités plus haut, 4 liv. 17 sh. 6 p. quand il se fait à l'aide de grues, et 8 liv. 1 sh. quand on emploie des keels. Enfin il y a des frais d'enregistrement, de timbre, de permis, etc., qui montent à 10 sh. Cela fait en tout 8 liv. 7 sh. 6 p. ou 11 liv. 11 sh.

Un navire venant de Sunderland paye 1 liv. 18 sh. 3 p. de moins par voyage que ceux qui chargent à Newcastle par *drops*, et 5 liv. 1 sh. 9 p. de moins que ceux qui, dans la même localité, chargeraient par keels venant de Lemington. La différence est moindre quand les vaisseaux entrant dans la Wear portent encore leur lest et sont obligés de le faire enlever.

Le nombre de voyages qu'un vaisseau peut faire dans l'année, de Newcastle à Londres, est moyennement 10; on en a plusieurs fois compté 15.

§ 2. *Commerce de la houille à Londres.*

L'usage de la houille fut prohibé à Londres en 1306 par une proclamation d'Édouard Ier. Les brasseurs et les teinturiers trouvaient déjà à cette époque assez d'économie dans son emploi pour la substituer au bois; mais les villes et les communes assemblées au parlement se plaignirent de cette innovation et prétendirent que l'air était

corrompu par l'odeur et la fumée de ce combustible. L'intérêt privé empêcha de prêter une grande attention au premier édit. Sur une deuxième réclamation, le roi établit une commission chargée de punir les délinquants par une amende et de détruire leurs fourneaux. Cette menace paraît ne pas avoir eu plus d'effet que la première ordonnance, et vingt ans plus tard, la houille était brûlée dans le palais même du roi.

Dès l'origine, des mesures législatives réglèrent le commerce du charbon dans la métropole. Différents impôts, permanents ou non, furent établis, et à différentes époques des modifications ont été apportées aux institutions primitives.

Par un acte qui date de 1807, toutes les dispositions antérieures concernant le commerce du charbon furent rappelées, et de nouvelles règles furent établies. Elles servirent à diriger le commerce du charbon dans Londres, Westminster et certaines parties des comtés de Middlesex, Surrey, Kent et Essex, pendant plus de vingt ans. En 1830, il s'était introduit une telle quantité d'abus qu'on songea à changer ou du moins à modifier ces règles; et une enquête fut ouverte devant la chambre des communes. Son résultat fut de décider le parlement à remplacer l'ancien mode par la manière actuelle de conduire le commerce.

Formalités et taxes en 1830.

Voici un exposé de toutes les formalités et de toutes les taxes auxquelles était soumise la vente du charbon en 1830. « Tout charbon apporté à » Londres doit être vendu sur le marché (*coal* » *market*). Quand un navire arrive, ses papiers » sont transmis aux facteurs, par l'intermédiaire » desquels toute vente doit se faire, et qui pren» nent ainsi connaissance du navire, du port

» d'embarquement, de la quantité et de la qualité
» du charbon, enfin du prix qu'il a coûté. L'en-
» trée étant faite à la douane, le certificat est en-
» dossé et rempli par le receveur des taxes du
» lord maire, et une copie est envoyée au clerc
» du marché à charbon, où elle est publiquement
» exposée sur un tableau disposé dans ce but. Le
» facteur procède alors à la vente, qui ne peut
» avoir lieu que de douze heures à deux heures
» les lundi, mercredi et vendredi de chaque se-
» maine. Les contrats sont enregistrés dans le
» livre du facteur, et une copie est donnée au com-
» mis du marché. On envoie ensuite au bureau
» des *ship meters* (mesureurs sur navire) le
» certificat du fitter, le reçu des taxes du roi et
» de la cité, et un papier indiquant le tour dans
» lequel les divers acheteurs recevront leur part
» de la cargaison. Ces formalités remplies, un me-
» sureur est nommé pour surveiller le décharge-
» ment du navire. Quinze principaux mesureurs
» et cent cinquante-huit aides-mesureurs (*deputy*
» ou *working meters*) sont appointés par la cité
» de Londres. Les premiers n'ont qu'un travail
» d'inspection; les seconds certifient la quantité
» de charbon sortant de chaque navire; ils se font
» aider par un employé dont la paye est à la
» charge du navire. Le mesurage à bord du na-
» vire se fait à l'aide d'un vase appelé *vat* et
» contenant 9 boisseaux (chaque boisseau vaut
» 36lit.,35). Le charbon est tiré du fond de cale
» dans un panier, et on en remplit le *vat* de telle
» manière qu'un cône régulier de 12 pouces d'a-
» rête surmonte le bord supérieur. Le *vat* est alors
» vidé dans un bateau ou *barge*, divisé en com-
» partiments contenant ordinairement 5 ou 10

» chaldrons, mesure du *pool* (1). C'est d'après ce » mesurage que sont payés non-seulement les » taxes, mais aussi le fret et le prix convenu par » les acheteurs. Le mesureur doit remettre un » compte de la quantité débarquée au bureau des » *shipmeters*, au commis du marché à charbon » et au principal *land meter* (mesureur sur terre).

» Les navires sont déchargés par des ouvriers » appelés *whippers*, qui sont ordinairement four- » nis par un entrepreneur; leur paye est fixée » par une loi à 3 shillings pour 20 chaldrons de » Londres. Les barges sont la propriété des mar- » chands de charbon, et elles ne sont sujettes à » aucune règle; cependant elles ne peuvent être » conduites que par un *freeman* de la compagnie » des *watermen*.

» Quand le charbon atteint le quai, la surveil- » lance retombe sur une classe différente d'em- » ployés. Ni le marchand, ni l'acheteur n'ont aucun » contrôle à exercer sur le mesurage du charbon, » qui est confié aux *land meters*. Ceux-ci sont par- » tagés en quatre divisions : une pour Westmins- » ter, une pour certaines parties de Middlesex, » la troisième dans le comté de Surrey, et la qua- » trième pour la cité de Londres. Le comté de » Kent et la partie principale du canal du Régent » sont exempts de cette formalité. Les *land meters* » doivent inspecter le mesurage de tout charbon » sortant de la barge, veiller à ce que les boisseaux » soient bien remplis et qu'il y en ait trois dans » chaque sac qui doit être livré au consommateur. » On envoie toujours un boisseau avec le charbon,

(1) Le *pool* est la portion de la Tamise comprise entre le port de Londres et Blackwell.

» et l'acheteur peut faire mesurer devant lui un » sac quelconque ; s'il y a défaut, il peut demander » un *land meter* et faire recommencer le » mesurage :

» Les appointements des *ship meters* sont :

		liv.	sh.	p.
» Payé par » le navire	par 21 chaldrons de Londres. . .		3	6
	pour nourriture, par jour. . . .		3	
	en place d'échantillon, par navire.	1	1	
» Ville de Londres, par chaldron.				1
» Douane, par chaldron.				$\frac{1}{2}$
» Pour chaque certificat.				3

» L'aide qu'emploie chaque mesureur est payé » 3 sh. par le navire ; les *land meters* reçoivent » 6 p. par chaldron pour tout charbon vendu par » mesure du quai, et 1 sh. pour cinq chaldrons » vendus par mesure du *pool*.

» Pour 1.503.581 chaldrons de Londres importés en 1829 par 7.021 navires, il fut payé :

» Aux *ship meters*.	33.690 liv.	19 sh.	4 p.
» A leurs aides.	11.951	17	
» Aux *whippers*.	107.566	13	

» Les charges qu'on paye dans le port de » Londres pour un chaldron de Londres sont :

» La taxe du roi.	6 sh.	
» La taxe des orphelins.		10 p.
» Pour le marché à charbon.		1
» Droits du lord maire, de la Trinité, droits » d'entrée, de timbre, et autres.		5 $\frac{3}{4}$
» Payé au ship meter.		2
» En lieu d'échantillon et pour sa nourriture.		3 $\frac{1}{7}$
» A son aide.		1 [illegible]
» Aux whippers (9 pour un navire).		4 $\frac{1}{5}$
» Aux facteurs.		4

» On peut encore considérer comme une charge » du navire ce qu'on appelle *ingrain*, et qui con-

» siste en ce que l'acheteur reçoit un chaldron en » sus par chaque vingtaine. Le marchand est » obligé de payer les droits qui pèsent sur ce chal- « dron additionnel, bien qu'il le donne sans au- » cune rétribution à l'acheteur.

» Il faut ajouter les frais qui restent à payer au » consommateur, à partir du moment où le char- » bon est chargé dans les barges. Ils se composent » comme il suit :

» Transport et déchargement au » quai de l'acheteur.	2 sh.		
» Mesurage de terre.		6 p.	
» Chargement et transport dans » les charrettes.	7		(moyennement.)
» Déchargement dans la cave. .	1	6	
» Droit de commission payé par » l'acheteur.	1	»	(1)

Le taux élevé de ces frais ne pouvait manquer de frapper le comité d'enquête nommé en 1830 par la chambre des communes, et il prépara de nombreuses réductions. Il démontra en même temps combien était vicieux le système de vente à la mesure, et prouva que la quantité débarquée à Londres dépassait environ de 8 p. o/o le volume de la houille tel qu'il était indiqué dans le certificat du *fitter*. Les avantages qui résultaient au marchand de cette augmentation l'engageaient à briser le charbon, et celui-ci était livré au commerce dans un état de division plus grand qu'au sortir de la mine, de sorte que les criblages exécutés à grands frais étaient complétement inutiles. Modifications proposées par le comité.

(1) Tout ce qui précède est traduit presque littéralement du Rapport fait en 1830 par la commission de la Chambre des communes.

Le comité proposa donc de substituer la vente au poids à la méthode suivie jusqu'alors. Il fit faire des expériences d'où il résulta que la différence de densité des différents charbons et le degré d'humidité n'auraient pas d'influence sensible. On chercha avec beaucoup de soin le poids exact d'un chaldron de charbon, et on trouva pour moyenne 25 $\frac{1}{2}$ quintaux ; par suite, les charges devaient être réduites, pour être appliquées à une tonne, dans le rapport de 25 $\frac{1}{2}$ à 20.

Décisions de la Chambre des communes.

Les conclusions du rapport furent adoptées, et de nouveaux règlements furent institués pour être mis en vigueur pendant sept ans à partir du 1er mars 1831. En 1838, à la suite d'une nouvelle enquête, ils furent renouvelés pour une autre période de sept ans. Ils trouveront successivement leur place dans ce que nous allons dire sur la manière dont le commerce est actuellement conduit à Londres.

Règles du marché. Conventions des facteurs.

La vente de la houille n'est plus soumise aux entraves qui la gênaient en 1830. Le marché au charbon est entièrement libre et chacun peut y faire le commerce; cependant il y a toujours des facteurs qui se chargent de vendre les cargaisons dont les propriétaires consentent à employer leurs services. Ces facteurs sont au nombre de 20, et forment une association qui impose au commerce de la houille plusieurs formalités n'ayant pas force de loi, mais dont l'influence n'est pas moins salutaire au vendeur qu'à l'acheteur. Ils correspondent en outre avec les propriétaires du nord de l'Angleterre dont ils sont, pour ainsi dire, les délégués à Londres. Les navires chargés de houille ne doivent être mis en vente que dans l'ordre de leur arrivée. On excepte de cette règle les cargai-

sons destinées aux usines à gaz, et celles qui ne montent pas à plus de 150 tonnes, parce que leurs frais sont plus grands, et qu'elles ne pourraient pas attendre. Un vaisseau qui ne présente pas ces conditions peut bien être vendu sans passer entre les mains des facteurs, mais il doit attendre son tour, et, s'il enfreint cette règle, il est signalé aux propriétaires du nord, qui, suivant les conditions établies, ne doivent plus lui donner de cargaison. Du reste, chaque capitaine, avant d'obtenir un chargement, est forcé de signer un papier par lequel il s'engage à ne pas vendre avant son tour, au port de Londres.

Les facteurs ont un bureau à Gravesend; on y inscrit les navires à mesure qu'ils arrivent, et on reçoit leurs papiers qui sont envoyés au marché de Londres; les facteurs acquittent alors les droits de toute espèce, et mettent la cargaison en vente lorsque son tour est venu. Tant qu'elle n'est pas complétement vendue, le vaisseau ne peut entrer dans le *pool* et reste sur la Tamise, entre Gravesend et Blackwell.

Le nombre des navires mis en vente chaque jour de marché est très-variable; les facteurs ont établi les règles suivantes :

Du 30 septembre au 1er mars, quand le prix du meilleur charbon de Sunderland est de :

	Ils mettent en vente
23 sh. 6 p. la tonne.	40 cargaisons.
23 sh. 9 p. et 24 sh. 0 p.	50
24 3 et 24 6	60
24 9	70

Du 1er mars au 1er avril :

23 sh.	40
23 sh. 3 p. et 23 sh. 6 p.	50
23 9 et 24	60
24 3	70

Du 1er avril au 30 septembre :

22 sh.	9 p.	et 23 sh.	0 p.	40	cargaisons.
23	3	et 23	6	50	
23	9	et 24		60	
24	3			70	

En n'y comprenant pas les navires qui ne sont pas sujets à la règle du tour.

Les nombres ci-dessus furent adoptés le 1er février 1837; mais ils changent avec le prix de revient du charbon. Les facteurs établissent leurs tarifs d'après une correspondance active avec les propriétaires de mines et les propriétaires de navires; ils ne pourraient pas les mettre à exécution s'ils n'étaient pas agréables à leurs commettants.

Cette association se forma en 1835. Elle a pour but de rendre le prix de la houille aussi uniforme que possible; toutefois il a certainement augmenté depuis son existence; mais on peut l'attribuer à l'accroissement qu'ont pris les gages des marins et le prix des provisions.

Les jours de marché sont, comme avant 1831, les lundi, mercredi et vendredi; de midi à deux heures et demie. On peut acheter passé cette heure, mais alors la vente ne peut être enregistrée que le jour du marché suivant. Le facteur reçoit 3 pence par tonne et un droit de commission pour le couvrir de la responsabilité qu'il prend à l'égard du marchand en lui garantissant le payement. Le droit qu'on appelle commission *del credere* est de 10 sh. pour 100 livres ou $\frac{1}{2}$ p. 0/0 du prix de la vente.

Quand une cargaison a été vendue, les contrats sont inscrits sur le livre du facteur. Le vendeur et l'acheteur s'entendent sur l'ordre dans lequel chacun d'eux recevra sa part de la cargaison. Une

liste est dressée et remise par le facteur au bureau des peseurs.

Les facteurs vendent depuis une cargaison complète jusqu'à sept tonnes.

La charge d'un navire est ordinairement vendue le jour du marché qui suit son arrivée; rarement elle attend trois jours, à moins qu'il n'y en ait sur la Tamise une telle abondance que le prix du charbon ait considérablement diminué les jours précédents; alors les facteurs n'en mettent que très-peu en vente, et l'équilibre se rétablit.

Pour donner une idée du temps pendant lequel un navire peut attendre son tour de vente, nous citerons les nombres suivants :

Le 1er janvier 1836, il y avait :

510	vaisseaux	vendus, contenant	153.000	tonnes.
120	*id.*	non vendus	21.000	

Le 1er février :

207	*id.*	vendus	62.100
160	*id.*	non vendus	36.000

Le 1er mars :

100	vaisseaux	non vendus, contenant	30.000	tonnes.
263	*id.*	vendus	59.750	

L'acte qui, en 1831, remplaçait la vente au chaldron par la vente à la tonne, abolissait en même temps l'office des mesureurs, et autorisait la corporation de Londres à leur payer, sur les fonds placés à sa disposition, telle compensation qu'elle jugerait convenable, pour les dédommager de la perte de leur emploi. Introduction de la vente au poids.

La pesée de la houille n'est pas confiée à des officiers publics; chaque navire peut la faire faire par qui bon lui semble. Toutefois, il y a un bureau de *coal meters* établi pour la commodité des ven- Des peseurs.

deurs et des acheteurs. Il est sous la direction de 18 membres, dont 9 sont facteurs et 9 marchands de houille; les premiers défendent les intérêts des propriétaires, et les autres ceux des acheteurs. Ce bureau fournit des peseurs avec tout l'attirail nécessaire, composé de pelles, fléau, balances et poids. Ceux-ci sont examinés par un officier avant d'être portés à bord des navires. On pèse le charbon par deux quintaux et demi; il faut huit mesures pour une tonne. L'un des bras de la balance supporte une caisse en tôle qui peut basculer autour d'un axe horizontal, de sorte que, lorsqu'elle contient une quantité convenable de houille, on n'a qu'à l'amener au-dessus de la barge et à la renverser. Souvent, pour éviter de trop casser la houille, il y a un conduit incliné en tôle qui la conduit du pont du navire au fond de la barque. Le comité des *coal meters* demande 3 pence par tonne; il en donne deux au peseur et garde un penny pour la fourniture des appareils. Quand le capital d'achat sera complétement recouvré, on réduira la charge à 2 p. ½. Les frais de pesée sont supportés moitié par le vendeur, moitié par l'acheteur. En 1835, il y avait 120 peseurs de première classe, qui gagnaient chacun 121 liv. 19 sh. 8 p., et 30 peseurs de deuxième classe, qui gagnaient 102 liv. 0 sh. 7 p. Indépendamment de la somme qu'ils reçoivent pour leur travail, ils ont 2 sh. par navire pour les certificats qu'ils fournissent. S'ils doivent descendre au-dessous de Blackwell, on leur accorde de 4 sh. à 6 sh. par jour, pour frais de déplacement.

Un peseur travaille, en hiver, de 7 heures du matin à 5 du soir; et en été, de 6 heures à 5.

Le comité des *coal meters* fournit toujours un

peseur, pourvu que la cargaison soit tout entière vendue; il ne s'inquiète pas si l'on s'est ou non soumis aux règlements des facteurs.

Beaucoup de navires n'ont pas recours à ce comité et emploient des mesureurs particuliers. On peut même, si c'est la volonté de l'acheteur, se dispenser de toute pesée et s'en rapporter aux certificats donnés dans le nord.

En 1837, 7.580 navires furent pesés par le bureau des *coal meters*, et fournirent en tout 2.294.057 $\frac{3}{4}$ tonnes; 931 navires, contenant 233.855 tonnes, furent délivrés d'une autre manière.

Coal whippers. Transport au rivage.

Le charbon est déchargé par une classe d'ouvriers appelés *coal whippers*, qui sont absolument les mêmes qu'en 1830, mais leurs gages sont réduits; ils reçoivent 1 p. à 1 p. $\frac{9}{4}$ par tonne, et peuvent décharger de 80 à 90 tonnes par jour, sans faire aucun effort, car, dans certaines circonstances, ils ont délivré plus de 200 tonnes. Quand un capitaine a vendu sa cargaison, il s'adresse à un entrepreneur qui lui fournit neuf *whippers*. Généralement, et malgré la défense du parlement, ces entrepreneurs tiennent des maisons publiques, et ils forcent les gens qu'ils emploient à dépenser chez eux une grande partie de leur paye; si bien que, sur 25 sh. qui lui reviennent, un *whipper* n'en rapporte souvent chez lui que 14. Les capitaines remettent directement l'argent au maître, et de cette pratique résultent les inconvénients signalés ci-dessus; c'est pourquoi la commission de 1838 proposa dans son rapport de forcer les propriétaires de navire à payer à bord les *whippers* dont ils se servent. Quelques essais ont déjà été faits pour

soustraire ces ouvriers à la rapacité des entrepreneurs, et ils ont obtenu du succès.

Quand la houille a été chargée dans les barges, elle est transportée au quai de l'acheteur, où elle n'a plus à subir aucun contrôle, puis chargée dans des wagons qui la transportent à sa destination. Le poids du chariot plein de houille est pris au moyen d'une machine établie sur le quai, et le conducteur est rendu responsable de toute diminution du poids pendant le transport. Du reste, chaque voiture doit porter avec elle une balance, et des machines sont établies en certains points de la ville, pour vérifier l'exactitude des pesées. Souvent la houille est transportée directement du navire à sa destination, dans des sacs de un ou deux quintaux, ou même d'une capacité variable.

Il y a environ, à Londres, 2.000 *whippers*, et chaque jour 250 à 300 barques sont employées à transporter la houille à terre.

Taxes et charges. A la suite de l'enquête de 1830, les taxes payées par le navire furent singulièrement diminuées; la taxe du roi, de 6 sh., celle des orphelins, de 10 p., la taxe de Richmond, furent complétement abolies; il en fut de même des droits du lord-maire. Les impôts payés à la ville de Londres furent changés en un droit de 8 p. par tonne, pour améliorations publiques, telles que l'agrandissement des abords du pont de Londres; encore la commission de 1838 a proposé à la chambre d'abolir complétement ce droit quand le capital et les intérêts de l'emprunt seront recouvrés. Il y a en outre une taxe de 4 p. par tonne pour la corporation, et 1 p. pour le marché au charbon. Cette dernière doit être supprimée quand on aura recueilli une somme suffisante pour payer les

constructions qui ont été faites et fonder une rente destinée à fournir les appointements des employés du marché.

Les limites de la zone où doit être perçu cet impôt de 13 p. sont sur la Tamise, d'une part Staines, dans le comté de Middlesex, et de l'autre Yenland, un peu au-dessous de Gravesend. Un droit de même valeur est également établi sur le charbon arrivant par canaux ou par chemins de fer dans un rayon de 15 à 20 milles autour de Londres.

Voici le tableau total des charges payées par le navire pour une cargaison de 347 tonnes, vendue 23 sh. 6 p. la tonne.

	liv.	sh.	p.
Bureau de nuit et entrée.	0	4	6
Taxe de la cité, à 1 sh. 1 p.	18	15	11
Moitié du mesurage de 142 tonnes.	2	2	9
Rabais de 1 p. 0/0 fait à l'acheteur.	4	1	0
Déduction de 2 p. 0/0 sur les deux tiers et de 1 sh. par 20 tonnes.	6	5	0
Certificats, droits de timbre et dépenses accidentelles.	1	11	6
Commission du facteur, 3 p. par tonne. . . .	4	5	6
Commission *del credere*, ½ p. 0/0.	2	0	5
Assurance.	3	0	0
Droit de police.	0	5	3
	42	11	10
Payé au propriétaire du charbon, 347 tonnes à 11 sh. la tonne.	199	10	6
	242	2	4
Vendu 342 tonnes, à 23 sh. 6 p.	403	18	6
Reste pour le navire.	166	16	2

Sur une tonne, cela fait 2 sh. 5 p. ¾ pour les charges, et 2 p. ¾ en sus pour la perte de poids et

l'excès de taxes qui en résultent. Reste par tonne 9 sh. 5 p. $\frac{1}{2}$, sur lesquels il faut payer la livraison de la cargaison, qui monte au moins à 9 p. par tonne; les taxes du port d'embarquement, les lumières, le lest, les pilotes, le fret, les gages et la nourriture des marins, l'entretien du navire, etc. Les droits à payer au port d'embarquement sont de 4 p. par tonne quand on charge à l'aide de spouts, et 1 sh. 2 p. quand on emploie des keels. Dans ce dernier cas, il y a une diminution de 6 à 9 p. sur le fret des navires.

Les charges pour amener la houille du navire à la cave du consommateur sont les suivantes :

Transport dans la barge. . . .	1 sh.	3 p.	par tonne.
Au maître du quai.	0	6	
Chargement.	0	9	
Transport par le wagon. . . .	3	6	(moyennement.)
Déchargement dans la cave. . .	1	0	
Total.	7 sh.		

Prix du charbon à Londres.

Le prix du charbon à Londres est très-variable. Voici les nombres qui se rapportent à différentes époques :

	Prix du chaldron de Londres (25 quint.)		
En 1790	1 liv.	12 sh.	9 p. $\frac{1}{4}$
1795	2	1	10 $\frac{1}{2}$
1800	2	12	9 $\frac{1}{2}$
De 1807 à 1814 (moyenne)	2	11	0
De 1814 à 1819 (moyenne)	2	4	0
De 1819 à 1830 (moyenne)	1	14	0
ou	1 liv.	7 sh.	par tonne.

Le prix excessif du charbon de 1795 à 1814 doit être attribué à l'état constant de guerre dans lequel on se trouvait.

J'ajouterai les prix comparatifs de diverses es-

pèces de charbon au port d'embarquement et à Londres en 1837.

		Port d'embarq.		Londres.	
Newcastle :	Adair's.	7 sh.	6 p.	20 sh.	0 p.
—	Tanfield Butes. .	9	9	21	6
—	Townley.	8	0	20	0
—	Killingworth. . .	11	6	21	0
—	Heaton.	10	6	22	6
Sunderland :	Hetton.	11	6	24	0
—	Haswell.	11	6	23	6
Stockton :	Hartlepool. . . .	11	6	24	0
—	South Durham. .	10	3	21	6
—	Tees.	10	9	23	0
Blyth.		6	0	18	0

En 1838, le meilleur charbon coûtait dans le nord 11 sh. 6 p., et se vendait à Londres 23 sh. 6 p., et, après une forte gelée, 27 sh. 6 p. Lors de mon séjour à Newcastle, en août et septembre 1840, la houille, qui coûtait au port d'embarquement 11 sh. 6 p., se vendait à Londres de 24 à 25 sh.

Les prix donnés ci-dessus se rapportent à ceux qui sont cotés au marché; il faut y ajouter les frais de transport à la cave du consommateur et au magasin du marchand en détail. Celui-ci ajoute à peu près 6 sh. par tonne au prix de revient, pour se couvrir de ses dépenses.

La quantité de houille consommée à Londres va tous les jours en croissant. Nous donnons ici une série de nombres qui le montre clairement. Consommation de Londres.

			chald. de $25\frac{1}{2}$ quint.
En	1780,	Londres consommait.	657.302
	1790,	*id.*	742.937
	1801,	*id.*	836.971
	1811,	*id.*	1.096.872

			tonnes de 20 quint.
En	1828,	importé par mer seulement.	1.960.550
	1829,	*id.*	2.018.975
	1830,	*id.*	2.079.275
	1831,	*id.*	2.045.292
	1832,	*id.*	2.139.078
	1833,	*id.*	2.010.409
	1834,	*id.*	2.078.685
	1835,	*id.*	2.298.812
	1836,	*id.*	2.398.352
	1837,	*id.*	2.626.987

Ces quantités de houille étaient réparties de la manière suivante entre les différents ports d'embarquement :

	Newcastle.	Sunderland.	Stockton.
	ton.	ton.	ton.
De 1828 à 1831,	5.178.255	2.241.207	110.413
1832 à 1835,	4.641.724	2.455.663	795.765
1834,	1.142.903	559.105	221.971
1835,	1.266.755	629.554	230.174
1836,	1.235.406	743.849	268.222
1837,	1.279.890	834.862	370.530

	Blyth et Seaton Sluice.	Inverkeating et autres ports d'Écosse.	Swansea, Larally et autres ports du pays de Galles.	Hull, Gake et autres ports du Yorkshire.
	ton.	ton.	ton.	ton.
1828 à 1831,	257.568	89.321	126.799	100.538
1832 à 1835,	226.941	145.159	148.998	112.744
1834,	64.268	39.487	33.200	47.751
1835,	65.046	40.955	38.567	27.761
1836,	71.775	22.674	35.237	21.189
1837,	71.856	18.735	35.018	16.106

Dans les dernières années, l'importation du nord de l'Angleterre a toujours été en augmentant, et celle des autres ports a diminué.

Le nombre des navires qui apportèrent ces quantités de houille fut :

En 1835,	de 7.958
1836,	8.162
1837,	8.720

Indépendamment de ces importations par mer, il arriva à Londres, par le canal de Grande-Jonction, qui réunit les deux mers :

En 1832,	10.742 tonnes
1833,	4.395 $\frac{1}{4}$
1834,	1.862
1835,	1.004 $\frac{1}{2}$
1836,	1.199
1837,	2.324

Le produit annuel du droit de 10 p. par chaldron payé à la corporation de Londres, et transformé en 1831 en un droit de 8 p. par tonne, a été :

	Charbon importé par mer.			—	par terre.	
	Liv.	s.	p.	Liv.	s.	p.
En 1768,	24.039	17	7			
1780,	25.998					
1800,	39.155	10	3			
1810,	44.577	12	1	407	1	5 $\frac{0}{3}$
1820,	52.410	17	6	39	8	9
1830,	64.577	11	0	40	19	2
1835,	67.943	12	8	62	1	4
1836,	76.632	4	8	33	9	8
1837,	79.875	4	8	39	19	6
1838,	85.120	8	8	77	9	4

Dans cette dernière année, on consommait à Londres, par jour, 6.929 tonnes de charbon venu par mer.

Chargement du lest.

Après s'être débarrassés de leur cargaison, les navires sont assez longtemps retenus dans la Tamise pour recevoir leur lest. Il y en a toujours de 20 à 30 qui attendent leur tour de chargement. Le lest est fourni par la *Trinity house* (maison

de la Trinité). Il est payé à raison de 1 sh. par tonne, plus 12 sh. par vingt tonnes pour le chargement. Il en faut moyennement 45 tonnes. Ce lest consiste en sable pris au fond de la Tamise par des bateaux dragueurs. Un seul d'entre eux peut élever, en une heure, 120 tonnes qu'il partage entre deux barques. Il y a 52 de ces barques, ayant chacune 7 hommes d'équipage. En 1837, la *Trinity house* reçut, pour le prix du lest fourni aux navires de toute espèce qui sortaient à vide du port de Londres, 29.496 liv. 15 sh.

Commerce de Newcastle avec les autres villes d'Angleterre.

Le charbon de Newcastle parvient dans presque tous les ports d'Angleterre en quantité plus ou moins grande; il sert principalement à l'alimentation des villes qui sont situées sur la côte orientale. Voici quelques données relatives au commerce de 1828.

La ville de Scarborough reçut 2.045 chaldrons impériaux (25 quintaux) de l'intérieur des terres et 1.102 de Newcastle, dont 91 de petit charbon. On payait pour droit de navigation et taxe de la jetée 8 $\frac{1}{2}$ p. par chaldron. Il y avait un mesureur qui recevait de chaque navire 3 p. par chaldron, et 2 p. de la couronne.

A Bridlington, le mesureur recevait 2 p. de chaque navire et 2 p. de la couronne. Chaque vaisseau qui n'appartenait pas au port, payait au havre 4 p. par tonne. Pour les vaisseaux du port, ceux qui n'avaient qu'un mât payaient en tout 3 sh. 4 p. Les vaisseaux à deux mâts 4 sh. 4 p., et les trois-mâts 5 sh. 4 p.

A Mull, il n'arrive pas de houille de Newcastle, si ce n'est un peu de petit charbon pour la forge. On payait 3 p. par chaldron au mesureur et 2 sh. par cargaison à la corporation. Si

geait dans les docks, on donnait 6 p. par

, on consommait 20.870 chaldrons venant de l'intérieur et 26.005 dont petit charbon venant de Newcastle. Les s étaient 1 p. par tonne sur le vaisseau et . par chaldron sur le charbon. Le mesureur cevait du navire 5 p. par chaldron, et de la couronne 2 p.

A Wisbeach, il arrivait 31.731 chaldrons impériaux venant de Newcastle. Les taxes étaient de 9 p. à la ville, par chaldron, 2 p. au mesureur qui en recevait deux autres de la couronne.

La commune de Douvres et de Brighton est aussi alimentée en grande partie par le charbon de Newcastle. Enfin l'Écosse jouit, dans les contrées houillères du nord de l'Angleterre, d'un privilége que sa richesse minérale rend peu important pour elle; on ne perçoit aucun droit au port d'embarquement sur les charbons qui vont alimenter ce pays.

§ 3. *Commerce de Newcastle avec l'étranger.*

La première exportation que l'on ait reconnue avoir été faite du port de Newcastle date de l'année 1325. A cette époque, un vaisseau appartenant à un propriétaire de Pontoise en France portait du blé à Newcastle et revenait avec une cargaison de charbon. On n'a plus de renseignement sur l'exportation pendant les deux cents ans qui suivirent. Mais en 1546 des ordres furent envoyés par le roi Henri VIII, au maire de Newcastle, pour qu'il fît parvenir à Boulogne trois mille chaldrons de houille; bientôt le commerce

avec la France prit un tel accroissement qu'on éleva des réclamations, et que la chambre des communes fut obligée en 1564 de restreindre le commerce de Newcastle avec l'étranger. En 1600, une ordonnance de la reine Élisabeth, nommant un collecteur d'impôts, reconnaît l'existence d'un vieil impôt de 5 sh. par chaldron sur les charbons exportés. En 1616, de petites flottes de 50 voiles allaient de France à Newcastle pour chercher la houille qu'elles transportaient dans les ports de Picardie, de Normandie, de Bretagne, et jusqu'à la Rochelle et Bordeaux. En même temps des navires de Brême, de Hambourg, de Hollande et de Zélande, alimentaient le commerce des deux Flandres. Pendant la guerre civile, Charles I[er] envoyait de la houille à la Hollande, en échange de blé, de poudre et de munitions. En 1663 et à des époques subséquentes, des règlements furent établis pour les droits qu'auraient à payer les charbons exportés aux colonies anglaises. Enfin vers 1770 il sortait annuellement du port de Newcastle 365 vaisseaux employés pour l'exportation.

La quantité de charbon exportée a toujours été en croissant depuis cette époque. Du port de Newcastle seul il sortit pour l'étranger,

En 1800,	47.487 chaldrons de Newcastle.
1810,	47.253
1820,	44.826
1828,	59.325

En 1834, la quantité de charbon exportée de toute l'Angleterre fut de 615,255 tonnes. Les deux bassins houillers qui entraient pour la part la plus grande dans cette production, sont en première ligne celui du nord de l'Angleterre, et en

seconde ligne celui du sud du pays de Galles.

L'exportation se fait dans des navires anglais ou étrangers, et ils ne sont pas tous soumis aux mêmes droits, comme nous allons le voir. Dans tous les cas, les impôts sont perçus au port d'embarquement, et ils l'ont été de tout temps d'après le poids de la houille embarquée. Un officier public surveille le chargement, et les taxes sont basées sur le nombre des chaldrons de 53 quintaux qui ont été introduits dans le navire. Celui-ci doit s'en acquitter avant de sortir du port. Perception des droits.

Les marchands étrangers emploient, pour faire leurs achats, des courtiers qui vont trouver les propriétaires de charbon, et leur offrent un prix pour telle ou telle qualité. L'exploitant accepte ou du moins essaye d'entrer en accommodement.

La houille exportée est principalement celle qui a passé à travers les cribles de $\frac{5}{8}$ de pouce; il y en a en outre une certaine proportion de gros.

En 1838, les vaisseaux qui entraient dans le port de Londres avec des cargaisons destinées à être ensuite exportées, n'en payaient pas moins le droit de 13 pence par tonne, comme tous les charbons destinés à la consommation de la métropole. La commission de la chambre des communes proposa de les libérer de toute taxe, en prenant les précautions nécessaires pour éviter la fraude.

Les charbons pour les colonies anglaises, qui payaient autrefois 18 sh. par chaldron de Newcastle, ne sont plus aujourd'hui soumis à aucun droit. Des réductions ont aussi été faites pour les nations étrangères. Ainsi le gros charbon, qui en 1830 payait 5 sh. 9 p. par tonne, quand il était exporté sur un navire anglais ou sur un navire de

tout autre pays reconnaissant les traités de réciprocité, n'était plus soumis en 1831 qu'à un droit de 3 sh. 4 p. la tonne. S'il était transporté par tout autre vaisseau, la taxe était 6 sh. 8 p. Pour les petits charbons, on prélevait, suivant le navire, un impôt de 2 sh. ou de 4 sh. A partir du 6 août 1834, il y a encore eu diminution ; pour les navires anglais ou pour les navires des pays étrangers reconnaissant des traités de réciprocité, on prélève 10 sh. pour 100 livres de la valeur du charbon, et pour les autres 4 sh. par tonne, quelle que soit la nature de la houille.

Dans les diverses enquêtes qui ont eu lieu devant la chambre des communes, on a élevé plusieurs discussions sur l'opportunité de favoriser ou d'entraver l'exportation. Les uns pensaient qu'on ne devait pas donner à ses ennemis la facilité de brûler le charbon au même prix que les nationaux; d'autres prétendaient au contraire qu'en permettant le commerce à l'étranger, on avait l'avantage d'employer les vaisseaux anglais et d'entretenir des navires, de maintenir la suprématie de l'Angleterre sur l'industrie manufacturière des autres pays, enfin, de donner un nouvel écoulement aux produits des différents districts houillers. Il y a bien quelques esprits prévoyants qui ont appelé l'attention sur l'épuisement futur des mines, mais l'intérêt du moment a prévalu sur de prudentes inquiétudes, et l'exportation, favorisée par la diminution des impôts, s'est accrue de jour en jour.

Il serait facile, et je crois assez convenable de donner ici quelques détails sur l'importation des charbons de Newcastle dans les différentes contrées de l'Europe, en indiquant les lois auxquelles

elle est soumise dans chacune d'elles; mais il faudrait reculer encore les limites d'un chapitre qui est peut-être déjà trop étendu. Je me contenterai donc d'ajouter que dans la France seule, il arrivait de la Grande-Bretagne,

En 1834,	489.438	quint. métr. de houille.
1837,	2.226.057	
1838,	3.046.844	

L'accroissement est devenu considérable dans les dix dernières années, au détriment des houilles belges qui ont été presque complétement chassées de tout le littoral de l'Océan depuis Dunkerque jusqu'à Bordeaux.

APPENDICE.

Description des balances d'eau employées dans le sud du pays de Galles.

En comparant le système d'extraction employé à Newcastle à ceux des autres parties de l'Angleterre, j'ai annoncé que je joindrais à mon mémoire une description des machines hydrauliques dont on se sert dans le pays de Galles (*Pl. XI, fig.* 19 à 24). Je dirai d'abord quelques mots des engins en fonte qui les supportent.

Ils se composent essentiellement d'un cadre horizontal, supporté par six montants inclinés. Dans l'appareil que nous avons levé et qui se rapporte à un puits d'extraction situé au nord-est de Esserthyse Tydvil, un peu au-dessus de la fonderie de Pen y Darran, le cadre est placé à 2^m,85 au-dessus du niveau du sol. Il consiste en deux Des engins.

pièces de fonte de 4^{m},50 de longueur, dont la section a la forme représentée (*fig.* 18, *Pl. XI*), et qui sont réunies par quatre traverses perpendiculaires à leur direction. Les montants ont 3 mètres de longueur, et sont attachés au cadre par des boulons; ils sont fixés de la même manière à la maçonnerie du puits.

Une grande poulie en fonte de 2^{m},60 de diamètre est portée sur un axe horizontal qui s'appuie sur deux côtés opposés du cadre. En contact avec cette poulie et sur le même axe est une roue également en fonte, sur laquelle presse un frein en bois.

Bassins de la balance.

Les bassins destinés à contenir l'eau dont le poids doit servir de force motrice, sont cylindriques; leur profondeur est de 0^{m},7, et leur diamètre de 2 mètres. Ils sont en fonte et coulés d'une seule pièce. Le fond est plat, et le rebord supérieur porte une couronne circulaire qui fait saillie dans l'intérieur. Sur cette couronne sont attachées quatre barres verticales, comprises deux à deux dans des plans verticaux à angle droit, et réunies à leur sommet par une pièce de fonte en forme de croix, au centre de laquelle s'adapte la chaîne de suspension. Celle-ci, dont la longueur est un peu plus grande que la profondeur du puits, passe sur la poulie en fonte, dont j'ai parlé plus haut, et supporte deux bassins tout à fait pareils.

Le réservoir duquel sort immédiatement l'eau motrice a des dimensions peu considérables. Sa longueur est 1^{m},20, sa largeur 0^{m},5 et sa profondeur 0^{m},3; il a une forme elliptique. A sa partie inférieure sont adaptés deux gros ajutages par lesquels l'eau est introduite dans chaque bassin. On les ferme à l'aide de bouchons coniques placés

intérieurement et surmontés de tiges verticales. Un mécanisme de leviers, qu'il est facile de comprendre à la simple inspection des dessins, permet de les soulever ou de les abaisser à volonté.

L'eau est amenée dans ce petit réservoir au moyen de tuyaux en fonte communiquant avec un grand bassin, situé à un niveau un peu plus élevé, et dans lequel se réunissent les eaux des collines supérieures.

Pour faire écouler en temps convenable l'eau motrice contenue dans un bassin cylindrique, celui-ci est muni à son fond d'une ouverture sur laquelle s'adapte une soupape à coquille. La fermeture est rendue complète à l'aide d'une tige verticale qui surmonte la soupape, et d'un levier horizontal mobile autour d'un axe fixé à l'une de ses extrémités et portant à l'autre un poids déterminé. Quand on veut donner issue à l'eau, il faut soulever ce levier; l'ouvrier, placé à la surface du sol, y parvient à l'aide d'une corde attachée à l'extrémité du levier, et qui s'enroule sur une poulie verticale de $0^m,50$ de rayon; elle va ensuite s'attacher au système de soupape du second bassin, et reste toujours tendue à toutes les périodes du mouvement.

Les wagons qui montent ou descendent dans le puits sont placés au-dessus des bassins. Ils reposent sur deux rails en fonte formant les côtés longs d'un cadre représenté (*fig.* 19, *Pl. XI*). Pour maintenir le wagon, deux chaînes attachées aux tiges de fer verticales sont tendues transversalement aux rails. L'une d'elles peut être décrochée à l'une de ses extrémités.

Chaque bassin est guidé pendant le mouvement par une ou plusieurs tiges de fer qui s'étendent

sur toute la longueur du puits, et qui traversent des petits tuyaux verticaux placés en dehors des rails. Dans l'appareil que j'ai dessiné, le puits est rectangulaire et a $4^{m},90$ de long sur $2^{m},66$ de large. Les deux bassins qui s'y meuvent ne sont séparés que par une distance de $0^{m},50$, et chacun d'eux est guidé par une seule tige en fer rond de $0^{m},02$ de diamètre.

Jeu de l'appareil.

Quand un bassin plein arrive au sommet du puits avec un wagon plein, un ouvrier empêche tout mouvement de haut en bas en fermant un verrou qui est représenté *fig.* 19. Il détache l'une des chaînes qui maintenaient le wagon, le fait sortir et le remplace par un autre vide; pendant ce temps, un autre ouvrier placé au bas du puits a remplacé, au contraire, le wagon vide par un wagon plein. Il est inutile de dire que le sol de la galerie de roulage est plus élevé que celui de la galerie d'écoulement, de manière que le bord supérieur du bassin se trouve au niveau de la première.

L'ouvrier de la surface exerce alors une traction de haut en bas sur la corde qui réunit les soupapes des deux bassins, de manière à vider le bassin inférieur; il ouvre ensuite le verrou dont j'ai parlé ci-dessus, et fait arriver l'eau dans le bassin supérieur. Lorsque la quantité introduite est suffisante, le mouvement commence de lui-même; cependant on est quelquefois obligé d'exercer avec le pied une pression de haut en bas, afin de vaincre le frottement au départ. Dans tous les cas, la vitesse va toujours en augmentant, et, pour la modérer, l'ouvrier agit sur le frein. Les extrémités de celui-ci sont garnies de pièces en fer qui viennent s'adapter en deux points diffé-

rents d'un levier; on fait marcher ce levier dans un sens ou dans l'autre à l'aide d'une chaîne sans fin qui s'enroule à la partie supérieure sur une poulie attachée à la charpente du hangar, et à la partie inférieure sur un petit treuil horizontal.

Les balances d'eau sont employées dans des puits qui ont jusqu'à 9 fathoms (16^{m}.70) de profondeur. La rapidité de l'extraction est au moins égale à celle qu'on obtient avec une machine à vapeur, et il y a économie considérable. Les appareils sont peu coûteux dans un pays où la fonte est à si bas prix; ils ont du reste fort rarement besoin de réparations et durent aussi longtemps que les puits où on les emploie.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE 4.

Fig. 1. Carte d'une portion des comtés de Northumberland et de Durham, indiquant les limites du terrain houiller, les rivières sur lesquelles la houille est embarquée, et les principaux chemins de fer. Je l'ai copiée sur la carte géologique de l'Angleterre, par M. Greenough.

Fig. 2. Coupe de Holywell à Jarrow, en suivant la ligne marquée sur la carte. (Cette coupe est tirée des Annales de la Société d'histoire naturelle de Durham et Northumberland.)

Fig. 3. Coupe de la rivière Tyne à la rivière Derwent, en passant par Townley et Winlaton. Elle m'a été communiquée par M. Buddle.

Fig. 4 à 8, 10 à 16, 18 à 23, 27 et 28 *Voir* le texte.

Fig. 9. Groupe de failles, près de Bishop-Auckland (m'a été également communiquée par M. Buddle).

Fig. 17. Système d'exploitation par piliers abandonnés.

Fig. 29. Exemple de la division du courant d'air dans les mines. C'est le premier dessin sur lequel M. Buddle a expliqué son système de *compound ventilation*.

Fig. 24 et 25. Exemples de dépilage partiel et de ventilation par la méthode *shething the air*.

Fig. 26. Plan théorique indiquant la disposition des travaux et de l'aérage dans le cas du pannel work.

PLANCHE 5.

Fig. 1. Plan de la mine de Wall's end en 1835. Il a pour but de montrer le système d'aérage et de faire comprendre l'explosion qui coûta, dans cette mine, la vie à 101 ouvriers.

Fig. 2 à 16. *Voir* le texte.

Fig. 16, 17, 18 et 19. Accident arrivé à la mine de Jarrow.

Fig. 20, 21 et 22. Système de M. John Martin.

PLANCHE 6.

Fig. 1. Coupe verticale passant par l'axe du puits dit *Howden Engine pit*, à la mine de *Piercy main*. On y voit la succession des couches, le mode de boi-

sage, de tubage et de nivellement du puits sur une partie de sa hauteur; enfin la disposition des pompes et de la machine d'épuisement. J'ai supposé les cloisons enlevées, mais elles sont rétablies dans les sections horizontales faites à différentes hauteurs. J'ai également supprimé les différentes pièces de bois et les anneaux en fer qui servent à soutenir chaque tuyau, mon but étant uniquement de montrer la disposition générale.

Fig. 2. Coupe verticale perpendiculaire à la précédente, ou plutôt élévation dans laquelle on a supposé enlevée toute la maçonnerie qui aurait empêché de voir les détails importants.

Fig. 3. Coupe horizontale du puits.

Fig. 4 et 5. Deux coupes verticales à angle droit, montrant la disposition des pistons des pompes, et la manière dont ils sont attachés aux tiges.

Fig. 6 et 7. Deux élévations montrant la manière dont sont réunies ensemble deux tiges en bois.

Fig. 8 à 26. *Voir* le texte.

PLANCHE 7.

Fig. 1. Plan d'un appareil complet d'extraction et de criblage à la mine de Saint-Lawrence.

Fig. 2. Elévation longitudinale de cet appareil.

Fig. 3. Autre élévation perpendiculaire à la précédente, montrant la disposition des câbles.

Fig. 4. Engin d'extraction.

Fig. 5. Engin pour la chaîne contre-poids.

Fig. 6 et 7. Détails d'une poulie sur laquelle s'enroulent les câbles d'extraction.

Fig. 8, 9, 10, 11. Appareil servant à élever et maintenir les *Iron tube* au sommet du puits.

Fig. 8. Montre le plancher sur lequel repose le petit wagon, l'ouverture rectangulaire ménagée dans les plaques de fonte qui recouvrent le puits, et les longuerines qui servent à guider la cage.

Fig. 9. On suppose enlevées les plaques de fonte qui recouvrent le puits, et on aperçoit alors le plan complet de l'appareil sur lequel viennent se poser les cages quand on change les wagons.

Fig. 10. Elévation du même appareil. On l'a surmonté de la cage et du *tub* qu'il est destiné à supporter.

Fig. 11. Autre élévation de la cage et du *tub*.
Fig. 12. Coupe d'un crible et du petit appareil destiné à maintenir les bennes qu'on vide au sommet.
Fig. 13 et 14. Plan et élévation d'un rolley ou chariot employé dans l'intérieur des mines pour le transport des bennes dans les galeries de roulage.
Fig. 15 et 16. Deux élévations du *tram* ou chariot sur lequel chaque benne est menée de la taille aux galeries principales de roulage.

PLANCHE. 8.

Voir le texte pour l'explication des *fig*.

PLANCHE 9.

Fig. 1 à 7. *Voir* le texte.
Fig. 8. Plan d'un *drop* employé à *Saint-Laurence*. J'ai supposé qu'on avait enlevé le toit, afin de faire mieux voir la disposition des poulies et du frein.
Fig. 9. Élévation latérale de ce *drop*. J'ai également supprimé la cloison verticale qui empêchait d'apercevoir les mêmes détails. Sur la droite, cette élévation se termine par la coupe du chemin à angle droit, sur lequel on met les wagons à mesure qu'ils sont vidés.
Fig. 10. Élévation de face. J'y ai représenté les deux *spouts* qui accompagnent le *drop*.
Fig. 11 à 15 et *fig.* 20 à 23. *Voir* le texte.
Fig. 16, 17, 18 et 19. Détails relatifs à la disposition du frein.

PLANCHES 10.

Drops employés à South Shields *par la compagnie du* Stanhope and Tyne Railway.

Fig. 1. Coupe de la voie principale de roulage, et élévation du drop suivant la ligne AB. J'ai supposé la première transportée sur la gauche dans le plan vertical qui passe par l'axe du drop, afin de montrer la disposition de la chaîne contre-poids. Enfin, j'ai également admis qu'on avait supprimé la cloison qui empêchait de voir la disposition des poulies et du frein.

Fig. 2. Élévation de face. Dans cette *fig*. comme dans la *fig*. 1, j'ai supposé le plateau chargé d'un wagon qu'on est en train de descendre sur le navire. Dans cette figure, tout en conservant au *vibrating frame* la même position, j'ai supprimé le wagon, afin de montrer les différents appendices qui accompagnent le plateau.

Fig. 3. Plan général de l'appareil. J'ai supposé, comme précédemment, qu'on avait enlevé le toit supérieur, et j'ai indiqué en pointillé les détails importants qui étaient cachés par d'autres pièces.

Fig. 4. Élévation latérale d'un wagon employé à la surface dans presque toutes les mines du nord de l'Angleterre.

Fig. 5 et 6. Élévation et coupe perpendiculaire à la *fig*. précédente.

Fig. 7. Fond du wagon projeté sur un plan horizontal supérieur.

Fig. 8, 9 et 10. Plans et élévations des poulies sur lesquelles viennent s'enrouler les câbles de suspension du *vibrating frame*.

Fig. 11 et 12. Plan et élévation de la poulie sur laquelle passe le câble qui supporte la chaîne-contre-poids.

Fig. 13. Sommet des montants du *vibrating frame*.

Fig. 14 et 15. Plan et élévation du mode de suspension adopté pour les barres de fer qui soutiennent le plateau.

Fig. 16. Disposition de l'axe inférieur du *vibrating frame*.

Fig. 17 et 18. Plan et élévation des coussinets sur lesquels repose l'axe inférieur du *vibrating frame*.

Fig. 19 et 20. Plan et élévation des coussinets qui portent l'axe des poulies.

Planche 11.

Fig. 1 à 18. *Voir* le texte.

Fig. 21. Plan général d'un engin en fonte employé à *Merthyr Tydvil* sur un puits où l'extraction se fait par une balance d'eau.

Fig. 22. Élévation longitudinale de l'engin et de la balance d'eau. Pour montrer la disposition de la soupape qui sert à vider celle-ci, j'ai supposé qu'on

transparence la rapprochent de la serpentine, avec laquelle elle a une assez grande ressemblance; elle est facile à rayer et sa disposition grenue lui communique de la fragilité.

Infusible au chalumeau, elle donne un émail vert lorsqu'on la fond avec huit ou dix parties de borax. Enfin elle est soluble dans les acides forts.

Inattaquable par le vinaigre et altérée légèrement à sa surface par les acides très-étendus, on peut facilement séparer la villarsite, de la dolomie, qui y est adhérente: il serait difficile sans cette circonstance d'en avoir des morceaux assez purs pour l'analyse si on se contentait de les trier par le cassage. Cette méthode de séparation de la gangue a aussi l'avantage de développer la cristallisation : on remarque alors que la disposition grenue que j'ai signalée dans la villarsite est en réalité due à l'assemblage des petits cristaux octaèdres, accolés les uns aux autres ou qui se pénètrent dans toutes les directions.

La surface des cristaux est ternie par l'action des acides; souvent même elle est devenue blanche par une altération légère qui a mis à nu un peu de silice gélatineuse. On ne peut donc se servir de ces cristaux pour étudier leur forme géométrique et il est utile de brosser fortement leur surface quand on les destine à l'analyse.

Sa pesanteur spécifique est de 2.975.

La forme primitive de la villarsite est un prisme rhomboïdal droit, *Pl. XII, fig.* 28, sous l'angle de 119°.59'. Les cristaux de cette substance que j'ai été à même d'examiner affectent la forme d'un octaèdre rhomboïdal tronqué au sommet, *fig.* 29 et 30.

Les principaux angles de cette substance sont :

Angles dièdres.

P sur M = 90°	b sur b = 139° 45′
* MM = 119° 59′ (1),	
P sur b = 136° 32′	* b sur b = 86° 56′ (2)
P sur b' = 136° 32′	

Angles plans.

* A = 119° 59′	EAd = 67° 15′ 30″
* E = 60° 1′	

D'après ces données, la longueur du côté B est à la hauteur H dans le rapport de 10 : 4,45 ; il en résulte que l'axe vertical de l'octaèdre qui constitue la forme secondaire de la villarsite est représenté par 8,90, et que les faces secondaires naissent sur les arêtes de la base du prisme par un décroissement d'une rangée en hauteur sur une rangée en largeur.

(*Analyse.*) J'ai annoncé que la villarsite est attaquable par les acides, et comme je savais par des essais préparatoires que cette substance est composée presque exclusivement de silice, de magnésie, d'oxyde de fer, d'oxyde de manganèse et d'eau, j'ai fait une première analyse par l'acide nitrique afin d'obtenir la magnésie par la simple calcination des sels.

J'ai en conséquence dissous 1g,50 dans de l'a-

(1) Les angles précédés d'un astérisque ont été obtenus par le calcul ; les autres sont le résultat direct de la mesure par le goniomètre à réflexion.

(2) La mesure avait donné 86° 40′ pour l'angle de b sur b ; j'ai adopté pour sa valeur 86° 56′, qui est le complément de P sur b, attendu que la face P étant très-miroitante, l'angle de cette face sur b se mesure avec une grande exactitude.

cide nitrique, étendu d'environ la moitié de son volume d'eau. A froid, l'action s'est développée avec une très-légère chaleur, j'ai néanmoins chauffé la liqueur pour rendre l'attaque complète.

La silice a été obtenue par l'évaporation à siccité; le fer a ensuite été précipité par l'ammoniaque; afin que la magnésie ne fût pas entraînée en partie dans cette opération, j'avais eu soin de rendre la liqueur fortement acide; l'oxyde de fer était tellement pâle que je le supposais mélangé d'une forte proportion d'alumine; après l'avoir pesé, je le repris par un acide, puis le précipitai de nouveau par de la potasse caustique : cette opération m'a donné un précipité aussi peu foncé que celui obtenu par l'ammoniaque, et la liqueur alcaline ne contenait aucune trace d'alumine; le fer était donc blanchi par une autre base; je le repris une seconde fois par de l'acide et le précipitai de nouveau par l'hydrosulfate d'ammoniaque. Cette opération m'a donné une quantité de magnésie presque double de celle du fer et du manganèse. Ainsi, malgré la précaution que j'avais prise d'introduire une grande quantité des sels ammoniacaux, une partie très-considérable de magnésie avait été précipitée avec le fer.

J'ai recherché la chaux par l'oxalate d'ammoniaque. La magnésie m'a été donnée par la calcination des sels ammoniacaux, opération qui a également indiqué la présence d'une légère quantité de potasse.

La séparation imparfaite de la magnésie et du fer, m'a engagé à faire une seconde analyse en précipitant immédiatement les bases métalliques

par l'hydrosulfate d'ammoniaque : dans cette nouvelle analyse, qui a eu lieu sur 2g,06, j'ai pesé la magnésie à l'état de sulfate neutre.

Pour la recherche des proportions relatives de fer et de manganèse, j'ai réuni dans une seule liqueur les précipités ferrugineux des deux analyses ; la séparation du fer et du manganèse a eu lieu par le carbonate de potasse.

Enfin j'ai cherché l'eau dans une opération spéciale en la faisant passer dans un petit appareil contenant du muriate de chaux desséché.

Le tableau ci-joint donne le résultat de ces deux opérations.

	1re ANALYSE		2e ANALYSE			
	sur 1g,50.	en 100es.	sur 2g,06.	en 100es.	Oxygène.	
Silice. . . .	0,597	39,40	0,8160	39,61	20,57	20,57—4
Magnésie. .	0,679	45,33	0,9760	47,37	18,37	
Fer (Prot).	0,065	4,30	0,0740	3,59	0,69	
Manganèse.	0,043	2,86	0,0500	2,42	0,53	19,73—4
Chaux. . .	0,008	0,54	0,0110	0,53	0,14	
Potasse. . .	0,007	0,46	0,0096	0,46	»	»
Eau.	0,087	5,80	0,1194	5,80	5,14	5,14—1
	1,486	98,69	2,0560	99,77		

La comparaison des quantités d'oxygène contenues dans la villarsite donne une relation très-simple : elle montre que cette substance est un mono-silicate de magnésie, représenté par la formule $4MgS + Aq$:

Sans l'eau qu'elle renferme, la villarsite aurait la même composition que le péridot. Mais outre que la proportion de l'eau est trop forte pour être regardée comme accidentelle, les caractères extérieurs, les caractères chimiques et les caractères cristallographiques de ce minéral s'opposent également à ce rapprochement. La villarsite présente donc par la simplicité de sa composition un cer-

tain intérêt; sa détermination comme espèce, fondée à la fois sur les deux principes qui doivent autant que possible être consultés pour la spécification des minéraux, lui assigne une place bien clairement définie dans la classification oryctognostique.

Je ferai remarquer que cette substance fournit un nouvel exemple d'un minéral associé aux roches cristallines, produit par les phénomènes plutoniques et contenant cependant de l'eau de cristallisation : déjà quelques analyses nous ont révélé la présence de l'eau dans des roches évidemment volcaniques; nous ne croyons pas dès lors qu'il soit nécessaire d'avoir recours à la théorie des infiltrations pour expliquer la présence des zéolites au milieu des basaltes, des trachytes et même des trapps.

NOTE

Sur la magnésite de Chenevières, près Champigny (Seine-et-Oise).

Par M. DUFRÉNOY, Ingénieur en chef des mines.

Les exploitations de chaux hydraulique, ouvertes à Chenevières pour le service des fortifications de Paris, ont mis à découvert un banc de magnésite; d'abord pris pour de l'argile, on a cherché à l'utiliser à la fabrication des briques, mais bientôt les ouvriers ont été obligés d'en abandonner l'emploi; un essai m'ayant révélé la présence de la magnésie dans cette couche, j'en ai fait une analyse quantitative qui m'a donné presque exactement les proportions de la magnésite de Coulommiers et de Vallèscas, en Espagne, savoir :

		Oxygène.	Rapports.
Silice.	54,16	28,19	3
Magnésie.	23,66	9,19	1
Eau.	16,91	17,77	2
Sable.	1,33	»	»

proportions qui sont représentées par la formule



$$MgS^3 + 2Aq.$$

La magnésite de Chenevières forme une couche de $0^m,38$ d'épaisseur intercalée dans les marnes supérieures du calcaire siliceux de la Brie. Elle participe de leur structure schisteuse, happe fortement à la langue, ne prend aucun liant par le pétrissage, ainsi que cela a lieu pour l'argile; elle

est d'un blanc grisâtre, friable, tache les doigts presque à la manière de la craie. Elle est traversée par quelques veinules de manganèse oxydé noir.

La position de la magnésite de Chenevières, dans la partie supérieure du calcaire d'eau douce situé au-dessus de la pierre à plâtre et au-dessus du grès de Fontainebleau, correspond à celle de la magnésite de Coulommiers.

DESCRIPTION

De la faujasite, nouvelle espèce minérale.

Par M. DAMOUR.

Les roches amygdaloïdes du Kaiserstuhl ont fourni depuis longtemps aux collections minéralogiques un assez grand nombre de minéraux cristallisés, de la classe des silicates : sur un échantillon de ces mêmes roches, M. le marquis de Drée eut occasion de remarquer, il y a peu de temps, une substance en cristaux octaèdres, qui lui parut différer des espèces connues. La plupart de ces cristaux étaient limpides et incolores, d'autres se trouvaient ternis à la surface, quelques-uns enfin, de couleur brune, jetaient un éclat vif et luisant, analogue à celui du zircon ou du diamant. Du reste, par leur forme et leurs propriétés chimiques, ces cristaux bruns ne différaient en rien des cristaux limpides ; l'accident de lumière qu'ils présentaient, peut être attribué à la présence d'une matière bitumineuse interposée mécaniquement.

Ces observations avaient été faites, à une époque antérieure, par M. Adam, sur un échantillon de même nature tiré de sa collection.

Quelques essais préliminaires m'avaient permis de reconnaître, dans ce minéral, la présence de la silice, de l'alumine, de la chaux, de la soude et d'une grande quantité d'eau : il restait à en déterminer les proportions. M. le marquis de

Drée ayant bien voulu sacrifier quelques-uns de ses échantillons, je parvins à réunir environ 0g,40 de fragments de cristaux octaèdres, choisis avec beaucoup de soin, et c'est seulement sur cette faible quantité de matière que j'ai pu entreprendre une analyse.

Voici d'abord quelques indications sur les caractères et le gisement de ce minéral.

La roche qui le contient est une amygdaloïde pénétrée en tous sens par des cristaux de pyroxène noir; on y voit, par places, une matière brune, terreuse, douce au toucher, ressemblant à de l'hydrate de fer. Cette roche, du reste, a beaucoup de rapports avec celle qui contient l'hyalosidérite. Les cristaux octaèdres sont répartis dans les soufflures et les cavités.

Ils sont fragiles. Ils rayent le verre assez difficilement. Leur cassure est vitreuse et inégale. J'ai trouvé, pour leur pesanteur spécifique : 1,923. Chauffés dans le tube, ils laissent dégager beaucoup d'eau et conservent leur transparence. A la flamme du chalumeau, ils se gonflent et fondent en un émail blanc, bulleux. Fondus sur le fil de platine avec le sel de phosphore, ils se dissolvent en totalité; le sel fondu devient laiteux après le refroidissement. Avec une faible quantité de carbonate de soude, ils bouillonnent et donnent un verre incolore transparent. L'acide hydrochlorique les décompose, même après que l'eau en a été expulsée.

Ils sont associés et adhérents à une autre substance blanche, fibreuse, mamelonnée. Cette substance est attaquable par les acides; mais chauffée au rouge, elle blanchit et perd la propriété d'être dissoute. Elle se gonfle à la flamme du

chalumeau, fond en émail blanc et donne un verre limpide avec le carbonate de soude.

0g.,3846 du minéral en cristaux octaèdres, à l'état de petits fragments préalablement desséchés à la température de 80°, ont été chauffés au rouge dans un creuset de platine fermé de son couvercle; ils ont perdu dans cette opération : 0gr.,0865. Les fragments avaient conservé leur transparence; ils présentaient seulement, çà et là, quelques petits points blancs que j'attribue à la présence de la substance mamelonnée décrite plus haut, et que je n'avais pu détacher complétement.

Le minéral privé d'eau a été attaqué à chaud par l'acide hydrochlorique concentré; la silice a été séparée par les procédés ordinaires; elle pesait 0gr,1960. Pour m'assurer de sa pureté, je l'ai fait bouillir à plusieurs reprises, avec une dissolution de carbonate potassique. La presque totalité s'est dissoute, il n'est resté qu'une faible quantité de petits grains blancs, difficiles à écraser et résistant à l'action des acides. Ces grains pesaient 0gr,0210. J'ai dû les retrancher du poids de la matière employée, et du poids de la silice.

Je n'avais donc réellement opéré que sur 0gr,3636 du minéral, et je n'ai dû compter que 0gr,1750 pour la silice.

La dissolution séparée de la silice a été saturée d'ammoniaque. L'alumine recueillie pesait 0gr,0655. Redissoute dans l'acide sulfurique, elle a laissé 0gr,0045 de silice, qui ont été retranchés du poids trouvé pour l'alumine et ajoutés à celui de la silice.

La chaux a été précipitée par l'oxalate d'ammoniaque et dosée à l'état de carbonate calcique équivalant à 0gr,0182 de chaux.

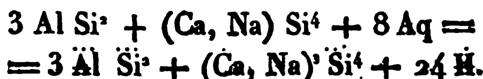
La liqueur, séparée de l'oxalate calcique, a été évaporée lentement dans une capsule de platine; les sels ammoniques ont été chassés par la chaleur. Le sel fixe a été ensuite décomposé par l'acide sulfurique et chauffé au rouge. Le poids du sulfate alcalin correspondait à 0,0158 de soude.

Ce sel, traité par le chlorure platinique, a laissé paraître un très-faible précipité jaune qui annoncerait la présence d'un peu de potasse.

En résumé, nous avons :

		En 10,000^e.	Oxygène.	
Silice.	0,1795	0,4936	2564	10
Alumine. . . .	0,0610	0,1677	0783	3
Chaux.	0,0182	0,0500	0140	1
Soude.	0,0158	0,0434	0111	
Eau.	0,0865	0,2249	1997	8
	0,3610	0,9796		

Ce résultat conduit à la formule :



$$3\,\mathrm{Al}\,\mathrm{Si}^2 + (\mathrm{Ca},\mathrm{Na})\,\mathrm{Si}^4 + 8\,\mathrm{Aq} =$$
$$= 3\,\ddot{\mathrm{A}}\mathrm{l}\,\ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}^3 + (\dot{\mathrm{C}}\mathrm{a},\mathrm{Na})^3\,\ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}^4 + 24\,\dot{\mathrm{H}}.$$

Le soin que j'ai apporté dans le choix des cristaux et dans le cours de l'analyse me ferait croire à l'exactitude du rapport indiqué. Je reconnais toutefois que la quantité sur laquelle j'ai opéré est bien faible, et il serait à désirer que ces résultats fussent confirmés par de nouvelles analyses. Je dois cependant signaler cette substance à l'attention des minéralogistes; la grande quantité d'eau qu'elle renferme, son gisement et surtout sa forme cristalline, permettent de croire qu'elle constitue une espèce nouvelle.

La mesure des cristaux, prise au goniomètre de

Wollaston, par Mr. de Drée et par M. Descloizeaux, a donné les résultats suivants :

$\overset{1}{B}$ sur $\overset{1}{B}$,	par-dessus le sommet	=	74° 30′
B^1 sur B^1,	adjacent.	=	111° 30′
B^1 sur B^1,		=	105° 30′

Ils se rapportent donc à un octaèdre à base carrée, dont la hauteur est au côté de la base à peu près : 4 : 3, *fig.* 31 et 32, *Pl. XII.*

Les cristaux observés jusqu'à ce jour ne présentent aucune modification sur les angles ni sur les arêtes.

M. de Drée a trouvé sur les morceaux de cette substance, qu'il a acquis de M. Bertrand de Lom, un cristal hémitrope qui se trouve représenté dans la *fig.* 33, et malgré les mesures ci-dessus indiquées, il pense que ces cristaux peuvent appartenir au système de l'octaèdre régulier.

Je propose de donner à ce minéral le nom de *Faujasite*, en l'honneur de M. Faujas de Saint-Fond, bien connu des minéralogistes et des géologues par ses travaux sur les volcans éteints.

ANALYSES

De la Marceline.

Par M. DAMOUR.

Le manganèse de Saint-Marcel en Piémont, décrit sous le nom de *marceline*, n'était connu, dans la plupart des collections, qu'en masse noire, grenue, contenant rarement quelques cristaux peu déterminables, et disposée en nids ou en veines dans le quartz, l'épidote violette et la trémolite. Des cristaux complets et bien caractérisés de cette substance ont été dernièrement recueillis sur place et apportés à Paris par M. Bertrand de Lom qui a pu étudier les circonstances de leur gisement.

Les anciennes analyses, présentant des différences notables entre elles, et ne permettant guère d'établir des proportions entre les divers éléments de la marceline, j'ai voulu m'assurer, par de nouvelles recherches analytiques, s'il me serait possible d'acquérir quelques notions moins obscures sur sa composition.

Voici le résultat de mes observations sur ce minéral :

Substance noire, douée de l'éclat métallique lorsqu'elle est cristallisée, ou en masse compacte.

Cristaux dérivant d'un octaèdre à base carrée.

Poussière brune foncée, presque noire.

Cassure inégale.

Rayant le verre.

Très-fragile, surtout dans le sens du grand axe des cristaux.

Pesanteur spécifique des cristaux : 4,752, en moyenne, à la température de 12° cent. Certains échantillons pesaient : 4,74, d'autres 4,77; ces pesées ont été prises séparément par M. Descloizeaux et par moi, avec des balances différentes; nos expériences ont toujours parfaitement concordé. La pesanteur des morceaux amorphes est moindre, à cause de leur porosité et des mélanges qu'ils renferment.

Le minéral ne dégage pas d'eau dans le tube fermé.

A la flamme du chalumeau, sur la pince de platine, il fond difficilement en globule noir, terne à la surface.

Sur le charbon, il devient quelquefois magnétique; ce caractère ne se montre pas sur tous les échantillons.

Fondu sur le fil de platine avec le sel de phosphore, il donne au feu de réduction un verre orangé brunâtre, transparent lorsqu'il contient peu de matière, laiteux s'il en contient beaucoup. Ce verre prend une teinte violette au feu d'oxydation.

Avec le borax, il donne un verre limpide et incolore, au feu de réduction; rouge violâtre foncé, au feu d'oxydation; si la matière est abondante, le verre paraît noir.

L'acide nitrique bouillant l'attaque partiellement et avec lenteur; il dissout une quantité notable de silice et d'oxyde manganeux; la majeure partie du minéral résiste à son action.

L'acide sulfurique concentré le dissout en prenant une teinte violette foncée; la liqueur étendue d'eau devient brune et laisse déposer des flocons bruns d'oxyde manganique.

L'acide hydrochlorique concentré le dissout complétement, à chaud, avec dégagement de chlore; la dissolution évaporée lentement se prend en gelée par le refroidissement. Après la dessiccation complète, il reste de la silice insoluble dans les acides, mais soluble à chaud dans la potasse liquide. La liqueur séparée de la silice n'est pas troublée par l'acide sulfurique.

J'ai fait six analyses sur la marceline; les trois premières sur des morceaux imparfaitement cristallisés, qui m'ont été remis par M. Bertrand de Lom; la quatrième, sur un échantillon amorphe, appartenant à la collection de l'École des Mines; les deux dernières, sur des fragments pris dans ma collection. J'opérais chaque fois sur un peu plus d'un gramme de matière.

Le minéral, réduit en poudre fine par la lévigation et séché (1), était introduit dans un petit matras de verre, et dissous, à une faible chaleur, dans l'acide hydrochlorique, la dissolution évaporée à siccité dans une capsule de porcelaine, reprise par l'acide hydrochlorique et par l'eau, et la silice recueillie. La silice était traitée à chaud par une dissolution de potasse qui laissait un dépôt sablonneux; ce résidu insoluble était retranché du poids total et du poids de la silice.

(A) La dissolution hydrochlorique étendue de beaucoup d'eau était saturée peu à peu avec du carbonate de potasse, et chauffée au point d'ébullition pour séparer l'oxyde ferrique.

(B) L'oxyde ferrique était recueilli, lavé, re-

(1) Pour dessécher cette poudre, je l'avais laissée pendant 15 heures dans le vide, au-dessus d'une couche d'acide sulfurique concentré.

dissous dans l'acide hydrochlorique en excès et précipité par l'ammoniaque. La dissolution ammoniacale renfermait toujours une petite quantité d'oxyde de manganèse qui était recueillie et pesée.

La dissolution (A) séparée de l'oxyde ferrique contenait la presque totalité de l'oxyde de manganèse, un peu de chaux et de magnésie. Ces oxydes étaient précipités à chaud par du carbonate de potasse en excès, la dissolution évaporée à siccité, reprise par l'eau et filtrée. Le carbonate manganeux recueilli était chauffé au rouge et au contact de l'air, dans un creuset de platine; dans cette opération, il passait à l'état d'oxyde manganoso-manganique (oxyde rouge), équivalant à une certaine quantité d'oxyde manganeux.

L'oxyde rouge était redissous à chaux dans l'acide hydrochlorique en excès, la dissolution saturée d'ammoniaque et d'hydrosulfate d'ammoniaque pour précipiter le manganèse à l'état de sulfure. La liqueur séparée du sulfure contenait la chaux et la magnésie. La chaux était précipitée par l'oxalate d'ammoniaque, et la magnésie par le phosphate d'ammoniaque et de soude.

Pour déterminer l'oxygène correspondant au chlore dégagé par l'action de l'acide hydrochlorique sur le minéral, je me suis servi du procédé de M. Ebelmen, décrit *Annales des Mines*, t. XII, p. 607. J'ai seulement modifié l'appareil ainsi qu'il suit (*Pl. XII, fig.* 34):

AA Tube courbé sous un angle d'environ 60 degrés, fermé en *d* avec un bouchon de caoutchouc et rempli depuis *d* jusqu'à *f* d'une dissolution d'acide sulfureux contenant du chlorure barytique.

B Ballon dans lequel on met 1 gramme au moins du minéral pulvérisé, et une quantité d'acide hydrochlorique suffisante pour le dissoudre.

C Tube de dégagement ajusté avec un bouchon sur le ballon B, et plongeant au fond du tube A dans la dissolution d'acide sulfureux.

L Lampe à alcool pour chauffer le liquide contenu dans le ballon.

Lorsque tout dégagement de gaz a cessé, on retire avec précaution le ballon et son tube, en continuant à chauffer pour éviter l'absorption, et l'on bouche l'ouverture *d'*; on incline alors, dans différents sens, le tube AA, de manière à faire passer le liquide successivement dans chaque branche; le chlore qui aurait pu échapper à l'action de l'acide sulfureux se trouve ainsi absorbé en peu de temps. On débouche les extrémités *dd'*, on verse la liqueur dans un ballon que l'on chauffe rapidement pour chasser l'acide sulfureux en excès, et l'on recueille le sulfate de baryte formé par la réaction du chlore sur l'acide sulfureux et le chlorure de barium.

Cette méthode m'a donné, à trois reprises différentes, des résultats à peu près identiques.

En résumé, les trois analyses que j'ai faites sur des fragments de cristaux de marceline, assez volumineux, mais mal conformés, ont donné :

	(1re)	(2e)	(3e)
Oxygène.	0,0708	0,0749	0,0703
Oxyde manganeux. .	0,6810	0,6920	0,6860
Oxyde ferrique. . . .	0,1148	0,1140	0,1159
Silice.	0,0996	0,1050	0,1025
Chaux.	0,0120	0,0110	0,0112
Magnésie.	0,0030	0,0020	0,0028
	0,9812	0,9989	0,9887

Ces analyses donnent en moyenne :

Oxygène.	0,0720
Oxyde manganeux. .	0,6863
Oxyde ferrique. . . .	0,1149
Silice.	0,1024
Chaux.	0,0114
Magnésie.	0,0026
	0,9896

Un échantillon de l'École des Mines, amorphe, à grain serré, étant analysé par la même méthode, m'a donné :

Oxygène (par différence).	0,0694
Oxyde manganeux. . . .	0,7958
Oxyde ferrique.	0,0146
Silice.	0,1004
Matière quartzeuse. . . .	0,0198
	1,0000

Un autre échantillon en masse grenue, fragile, contenait :

Oxygène (par différence). .	0,0695
Oxyde manganeux.	0,8040
Oxyde ferrique.	0,0130
Silice.	0,0952
Matière quartzeuse.	0,0183
	1,0000

Enfin une dernière analyse sur des cristaux très-petits, à faces brillantes, a été faite par une autre méthode. Le minéral en poussière fine était chauffé pendant deux heures avec de l'acide nitrique étendu d'eau; la liqueur décantée plusieurs fois était évaporée à siccité, reprise par l'acide hydrochlorique et par l'eau, et filtrée. La partie soluble dans l'acide nitrique contenait, sur 1gr.,0000 :

Silice.	0,0650
Oxyde manganeux.	0,1917
Oxyde ferrique. . .	0,0080
Chaux.	0,0122
	0,2769

Le résidu insoluble, dissous dans l'acide hydrochlorique et traité comme précédemment, contenait :

Silice.	0,0121
Oxyde manganeux.	0,6058
Oxyde ferrique.	0,0065
Matière quartzeuse. . . .	0,0272
Oxygène (par différence).	0,0715
	0,7231

Des différents degrés d'oxydation du manganèse, le protoxyde étant le seul qui se dissolve facilement dans l'acide nitrique, je crois pouvoir admettre que, dans le minéral de Saint-Marcel, il existe une certaine quantité d'oxyde manganeux.

L'oxygène que laisse dégager ce minéral indique aussi qu'une forte proportion du manganèse est à un degré d'oxydation supérieur au protoxyde. La quantité d'oxyde de manganèse insoluble dans l'acide nitrique correspond à 0,6058 d'oxyde manganeux qui s'uniraient à 0,0679 d'oxygène pour passer à l'état d'oxyde manganique. La moyenne de mes analyses me donne 0,0703 d'oxygène ; ces résultats me permettent de croire que le manganèse se trouve ici à l'état d'oxyde manganique (Mn).

L'oxyde ferrique, dont la proportion est variable et souvent très-faible, ne me paraît pas entrer comme partie essentielle dans le minéral; il s'y trouve, soit à l'état de mélange, soit comme isomorphe de l'oxyde manganique.

La silice s'étant représentée constamment à l'état gélatineux sur toute espèce d'échantillons, je ne puis me refuser à croire qu'elle était réellement combinée avec une base; cette base, selon toute vraisemblance, serait l'oxyde manganeux soluble dans l'acide nitrique; en partant de cette supposition, on pourrait donc former un silicate dont l'oxygène de la base et l'oxygène de l'acide seraient dans un rapport égal, et la dernière analyse serait présentée sous cette forme :

Oxyde manganique.	0,6737	Oxyde manganeux,	0,6058
		Oxygène.	0,0679
Oxyde ferrique. . .	0,0145		
Silice.	0,0771	0,0400 oxygène.	
Oxyde manganeux.	0,1917	0,0429	
Chaux.	0,0122		
Matière quartzeuse.	0,0272		
	0,9964		

Les analyses précédentes ne contredisent pas cette manière de voir. Maintenant, ce silicate manganeux qui se trouverait uni à de l'oxyde manganique doit-il être considéré comme partie essentielle du minéral, ou bien comme un simple mélange? L'analyse de M. Berthier, celle de M. Berzélius qui ont donné : la première, 0gr.,1517, la deuxième, 0gr.,2600 de silice, indiquent assez que cette matière est en quantité qui varie avec les échantillons. Malgré tout le soin que j'ai apporté dans cette recherche, je n'ai jamais trouvé au delà de 0,1050 de silice, et les morceaux les plus purs en apparence ne m'en ont donné que 0,0771. Je suis donc porté à croire que le manganèse de Saint-Marcel est, en majeure partie, formé d'oxyde manganique (braunite) mélangé avec un silicate manganeux.

M. Berthier a fait l'analyse d'un minerai de

manganèse exploité à Pesillo en Piémont; il le considère comme formé de :

		Oxygène.	
Silice.	0,068	0,353	1
Protoxyde de manganèse.	0,328	0,719	2
Peroxyde de manganèse. .	0,556		
Oxyde de fer.	0,028		
Oxyde de cobalt.	0,008		
	0,988 .		

Ce serait un sous-silicate manganeux (Mn^2 Si), mélangé avec du peroxyde de manganèse.

Il y a, comme on le voit, quelque analogie entre le manganèse de Pesillo et celui de Saint-Marcel; du reste, par ses caractères extérieurs, sa dureté, sa pesanteur, la couleur de sa poussière, sa forme cristalline, et ses principaux éléments, le manganèse de Saint-Marcel se rapproche beaucoup de la braunite; c'est donc auprès de cette dernière espèce que je proposerais de le placer.

EXTRAIT

D'un mémoire de M. Haidinger sur les principaux minerais de manganèse (Transactions de la Société royale d'Edimbourg, 1831, tom. II, p. 119) (1).

Par M. DESCLOISEAUX.

I. Manganite. — Prismatoïdal manganèse ore (Acerdèse). Synonymes.

On a longtemps confondu sous le nom général de manganite les diverses espèces de manganèse oxydé, faute d'une bonne description, et de caractères suffisants pour les distinguer les unes des autres.

M. Haidinger est le premier qui ait réservé ce nom au deutoxyde hydraté que depuis M. Beudant, dans sa Minéralogie, a nommé Acerdèse.

Forme fondamentale.

La forme fondamentale adoptée par M. Haidinger et par les minéralogistes allemands, est une pyramide à quatre faces scalènes, *fig.* 1, *Pl. XII*, dans laquelle les incidences sont :

P sur P = 130° 49′
P sur P′ = 120° 54′
P sur P″ = 80° 22′

(1) Le mémoire de M. Haidinger n'était connu en France que par un extrait très-succinct et sans figures, inséré dans le tom. III, 2e sér. des *Annales des mines*. La classification de ce savant minéralogiste servant de base à la description des minerais de manganèse, nous avons cru utile d'en donner un extrait circonstancié et accompagné des figures des principales formes de ces minerais. Le mémoire de M. Damour, inséré dans la même livraison, page 400, et qui lève tous les doutes sur le minerai de Saint-Marcel, donne un intérêt de plus à cette publication. R.

Les trois axes *a*, *b*, *c* de cette pyramide sont entre eux comme les nombres $1 : \sqrt{3,37} : \sqrt{2,4}$.

Forme primitive.

Afin de conserver la notation de Haüy, nous adopterons pour forme primitive un prisme rhomboïdal droit, dont les plans sont tangents aux côtés de la base de la pyramide fondamentale, et dont les angles sont

M sur M' = 99° 40
M' sur M' = 80° 20'

et dans lequel le rapport d'un des côtés de la base à la hauteur est celui des nombres 25 : 21, *fig.* 11.

Les faces de la pyramide fondamentale sont alors représentées par le signe cristallographique $\overset{1}{B}$.

Les formes connues de cette espèce sont:

Formes secondaires.

I. Le prisme rhomboïdal droit que nous adopterons comme forme primitive, *fig.* 2.

II. Ce prisme, dont les arêtes les plus aiguës sont régulièrement biselées par deux faces *s*, dont le signe cristallographique est $\overset{5}{G}$, *fig.* 3.

III. Le prisme précédent terminé par un biseau dont les deux faces *d* sont placées sur l'angle obtus de la forme primitive, de manière que leur signe cristallographique est $\overset{2}{A}$, *fig.* 4.

Telles sont les variétés les plus communes et les moins compliquées de cette espèce.

IV. Le prisme rhomboïdal doublement émarginé sur les arêtes les plus obtuses et les plus aiguës, par les faces de deux nouveaux prismes rhomboïdaux *r* et *l*, terminé par une pyramide à quatre faces, *g*, dont l'inclinaison correspondante à l'angle obtus du prisme est très-obtuse; et modifié par les faces *m* et *n*, placées sur les arêtes,

et par la face c, placée sur l'angle aigu de la base de la forme primitive, *fig.* 5.

Les signes représentatifs de ces différentes faces sont

$$l = G^3,\ r = H^3,\ g = (B^1, B^{\frac{2}{5}}, H^{\frac{1}{3}}),$$
$$m = \overset{\frac{4}{5}}{B},\ n = (B^1, B^{\frac{1}{5}}, G^{\frac{1}{4}}),\ c = E^{\frac{1}{3}}.$$

La face $c = E^{\frac{1}{3}}$ présente un défaut de symétrie assez remarquable : d'après sa position sur un prisme rhomboïdal, il devrait y en avoir 4 de semblables à chaque sommet, et on n'en trouve jamais que 2 en opposition : son intersection avec la face n est parallèle à celle de cette face avec le pan du prisme primitif.

Parmi les substances appartenant au même système cristallin, les sulfates de zinc, de magnésie et de nickel sont les seuls qui offrent une pareille anomalie.

Les cristaux de cette variété ont 2 à 3 lignes d'épaisseur, et quelques-uns presque 1 pouce de long.

V. Prisme à seize pans terminé par une pyramide quadrangulaire placée de la même manière

---

Rem. Le signe cristallographique adopté par M. Lévi, dans son Catalogue de la collection de M. Turner, pour une face placée, par rapport au prisme, de la même manière que g, est $(B^{\frac{1}{7}}, B^{\frac{1}{5}}, H^{\frac{4}{7}})$, ce qui donne pour l'incidence la plus obtuse de deux faces voisines, 172° 28′ 26″, et non 162° 39′.

Il y a nécessairement de l'incertitude dans ces mesures, à cause des stries qui couvrent les faces g, et j'ai trouvé moi-même 170° 20′ sur des cristaux et 166° 40′ sur d'autres ; les nombres donnés par M. Haidinger ont l'avantage de pouvoir être représentés par des signes cristallographiques simples.

que *g*, mais un peu moins obtuse que celle-ci, modifié par les facettes *m*, *d*, *e*, et offrant une trace de la pyramide fondamentale P, *fig.* 8.

Les signes cristallographiques de ces faces sont

$$h = (B^{1}, B^{\frac{1}{3}}, H^{\frac{1}{4}}),\ P = \overset{1}{B},\ e = \overset{2}{E}.$$

Les intersections entre *h* et *m* sont parallèles à celles de *m* avec le prisme *l*.

Les faces *e* marquées sur la figure sont rarement visibles sur ces cristaux.

De petits cristaux très-bien prononcés de cette variété ont été extraits de petites cavités drusiques sur l'échantillon qui contenait la variété IV.

Mâcle. Les cristaux ont deux manières de se grouper pour former les mâcles.

1° Ils s'assemblent par un plan parallèle à la grande diagonale, l'axe de révolution étant perpendiculaire à ce plan, *fig.* 9.

2° Ou bien ils se mâclent par une face parallèle à la modification $\overset{2}{E}$, l'axe de révolution étant perpendiculaire à cette face, *fig.* 10.

La *fig.* 6 représente la projection d'un sommet sur un p… parallèle à la base, et la *fig.* 7, l'élévation suivant un plan parallèle à la petite diagonale de la forme primitive.

Voici le tableau de tous les angles observés :

P sur P = 130° 49′
P sur P′ = 120° 54′
P sur P″ = 80° 22′

m sur *m*, par-dessus l'angle obtus du prisme. .	112° 35′
m — *m* — aigu —	97° 35′
m — *m*, par-oessus le plan du prisme.	118° 45′
M sur M′ = 99° 40′	
c sur *c*, par-dessus l'angle obtus.	117° 16′
c — *c* — — aigu.	144° 5′
c — *c* — le pan du prisme.	74° 28′

n — n	par-dessus l'angle obtus.	95° 4′
n — n	— — aigu.	132° 50′
n — n	— le pan du prisme.	103° 24′
l — l,	par-dessus M.	61° 18′
h — h	— l'angle obtus.	154° 13′
h — h	— — aigu.	116° 10′
h — h	— le prisme.	70° 2′
r — r,	adjacents.	134° 14′
g — g,	par-dessus l'angle obtus.	162° 39′
g — g	— — aigu.	115° 10′
g — g	— le prisme.	67° 42′
s — s,	par-dessus M.	76° 37′
d — d,	au sommet.	114° 19′
e — e.	. . . .	122° 50′

Clivage.

Le clivage parallèle à la grande diagonale est presque parfait, et facile à obtenir; parallèlement aux pans du prisme primitif, il est aussi parfait mais moins facile à obtenir: traces suivant la petite diagonale et la base.

Mohs annonce que le clivage parallèle à la petite diagonale du prisme que nous regardons comme primitif est plus distinct qu'aucun autre. Phillips dit au contraire que la substance se clive facilement, parallèlement aux faces d'un prisme de 100° et 80°, et à ses deux diagonales; mais on doit remarquer que le clivage parallèle à la petite diagonale du prisme M, est en même temps parallèle à la grande diagonale d'un autre prisme G, de 76°36′ et 103°24′, qui se présente souvent dans l'acerdèse, et qu'on pourrait, par un examen inattentif, prendre pour sa forme primitive.

Cassure inégale.

Les pans des prismes sont striés verticalement; la base l'est parallèlement à sa trace sur un plan parallèle à la petite diagonale.

Lustre imparfaitement métallique.

Couleur brun noir foncé, inclinant au noir de fer.

Poussière brun rougeâtre.

Opaque en grandes masses; légèrement translucide, lorsqu'on présente à une vive lumière des éclats provenant de la cassure ou du clivage parallèle à la grande diagonale.

Fragile. Dureté 4,0 à 4,25, un peu plus dure que la fluorine.

Pesanteur spécifique 4,328 sur plusieurs fragments de cristaux 4,312, sur un seul cristal d'un volume considérable.

Analyse. On a employé pour l'analyse des cristaux des variétés, *fig.* 4 à *fig.* 10, pris sur des échantillons rapportés d'Ihlefeld au Harz, par M. Turner; ce chimiste les a trouvés composés de

Oxyde rouge de manganèse. .	86,85
Oxygène.	3,05
Eau.	10,10
	100,00

d'où on déduit la formule $\dddot{M} + Aq$, qui s'accorde avec les analyses de Gmelin et d'Arfwedson sur le manganèse d'Undnaës.

L'acerdèse se trouve dans beaucoup de localités; mais surtout à Ihlefeld, au Hartz, en veines traversant le porphyre.

II. *Hausmannite. Pyramidal manganèse ore.*

Forme fondamentale. Forme fondamentale, pyramide isoscèle à quatre faces, *fig.* 14.

P sur P = 105° 25′

P sur P′ = 117° 54′

Les deux axes horizontaux étant égaux entre eux et pris pour 1, l'axe vertical $a = \sqrt{2,76}$.

Forme primitive.

Par la même raison que précédemment, nous prendrons pour forme primitive, un prisme droit à base carrée, dans lequel le rapport d'un des côtés de la base à la hauteur, est celui des nombres 3 : 5.

Formes connues :

I. Octaèdre aigu à base carrée dont le sommet est remplacé par une pyramide à quatre faces beaucoup plus obtuse, *fig.* 15.

Le signe cristallographique de ces faces est

$$P = \overset{1}{B} \quad a = \overset{3}{B}$$

II. La forme précédente émarginée à l'endroit de l'intersection des faces a et P, par une face c, qui donnerait une pyramide quadrangulaire moins aiguë que la pyramide fondamentale, mais plus que la pyramide a, son signe cristallographique serait $c = \overset{2}{B}$.

Mâcle.

On trouve des cristaux mâclés par un plan parallèle à une face de la pyramide $\overset{2}{B}$, *fig.* 16, l'axe de révolution étant perpendiculaire à cette face.

Quelquefois le phénomène se reproduit sur les quatre faces de la pyramide, et donne la *fig.* 17 : généralement on ne distingue qu'un cristal central autour duquel sont groupées de petites portions des individus supplémentaires.

Clivage.

Le clivage parallèle à la base est presque parfait ; suivant les faces $\overset{2}{B}$ et $\overset{1}{B}$, il est moins distinct et interrompu.

Cassure inégale. Surface des faces $\overset{3}{B}$ très-unie

et brillante ; les faces de la pyramide fondamentale striées horizontalement et souvent sans éclat.

Lustre imparfaitement métallique.

Couleur noir brunâtre, poussière rouge foncé ou brun noisette.

Opaque.

Dureté 5,0 à 5,5, un peu plus dure que l'apatite.

Pesanteur spécifique 4,722, variété cristallisée.

Un échantillon d'Ihlefeld donné par M. Stromeyer a fourni à l'analyse de M. Turner :

Oxyde rouge de manganèse.	98,098
Oxygène.	0,215
Eau.	0,435
Baryte.	0,111
Silice.	0,337
	100,000

Correspondant à la formule $\dot{M}\dddot{M}$ qui représente l'oxyde rouge anhydre.

Cette substance ne s'est encore trouvée qu'à Ihlefeld, au Hartz.

III. *Pyrolusite. Prismatic manganèse ore.*

Forme primitive. Forme primitive, prisme rhomboïdal droit de 93°40′ et 86°20′ environ.

Les dimensions de la forme primitive sont indéterminées, parce que les modifications sur les angles qui pourraient servir à les calculer, ne sont pas assez nettes ni assez brillantes pour donner des mesures précises.

Les seules formes connues jusqu'à ce jour sont:

1° La forme primitive dont les arêtes latérales obtuses et aiguës sont émarginées par une face $c = \overset{1}{H}$ et $b = \overset{1}{G}$, *fig.* 24.

2° La forme primitive, dont les arêtes latérales obtuses sont doublement émarginées par deux faces H^3.

3° Enfin la forme 1, augmentée d'une face *d*, placée sur les angles aigus de la base, et dont il n'est pas possible de déterminer le signe cristallographique.

Clivage parallèle aux faces latérales de la forme primitive, et à la grande diagonale; mais pas très-parfait. Clivage.

Lustre métallique; couleur noir de fer; dans les échantillons en fibres très-déliées, la couleur devient bleuâtre, et le lustre imparfaitement métallique.

Poussière noire, opaque.

Dureté, 2,0 à 2,5.

Pesanteur spécifique, 4,94, échantillon d'Elgersburg, 4,819 échantillon de localité inconnue, d'après Turner.

Les variétés réniformes, radiées, etc., sont très-abondantes et exploitées en beaucoup d'endroits.

Les plus beaux cristaux viennent de Schimmel et Osterfreude, près Johanngeorgenstadt, et de Hirschberg en Westphalie.

Une variété compacte, en fibres cannelées, d'Elgersburg, pesant 4,94, a donné à l'analyse, Analyse.

Oxyde rouge de manganèse.	84,055
Oxygène.	11,780
Eau.	1,120
Baryte.	0,532
Silice.	0,513
	100,000

Une autre variété d'une localité douteuse a fourni

Oxyde rouge de manganèse.	85,617
Oxygène.	11,599
Eau.	1,366
Baryte.	0,865
Silice.	0,553
	100,000

correspondant à la formule $\ddot{Mn}$, peroxyde de manganèse.

IV. *Braunite.*

Forme fondamentale. Forme fondamentale, pyramide à quatre faces isoscèles

P sur P = 109° 53'

P sur P' = 108° 39', *fig.* 18.

$a = \sqrt{1,98}$.

Ces angles sont ceux que M. Haidinger a obtenus par la mesure de petits cristaux de la forme *fig.* 22, qu'il avait observés depuis longtemps, engagés dans un échantillon de l'épidote manganésifère de Saint-Marcel, faisant partie de la collection de M. Allan, et qu'il considérait comme une variété de Hausmannite.

Le rapprochement de ces angles et de ceux qu'il avait pu prendre par des mesures approximatives sur des cristaux d'Elgersburg, la ressemblance de la dureté et de la couleur des poussières, avaient fait penser à M. Haidinger que les cristaux de Saint-Marcel devaient se rapporter à la braunite, et pouvaient même servir, à cause de leur netteté et de leurs faces brillantes, à établir la forme de cette espèce.

Dans cette hypothèse, voici les formes que ce savant a observées, et qu'il a fait dériver de la forme fondamentale donnée plus haut.

1° Forme fondamentale basée.

Signe cristallographique :

$\overset{1}{B}$, P, *fig.* 20.

Cristaux de Wunsiedel en Bayreuth.

2° Forme fondamentale dont les arêtes de la base sont remplacées par une pyramide plus aiguë, S;

Signes cristallographiques :

P = $\overset{1}{B}$, S = $\overset{\frac{1}{2}}{B}$, *fig.* 21, d'Elgersburg.

3° Forme fondamentale dont chaque angle solide est remplacé par quatre faces Z, qui, en prenant de l'extension, produisent une pyramide à huit faces surmontée d'un sommet tétraèdre, fig. 22.

P = $\overset{1}{B}$, Z = (B^{1}, $B^{\frac{1}{6}}$, $\overset{1}{G}$), de Saint-Marcel.

4° La forme 2, basée, *fig.* 23; de Wunsiedel en Bayreuth.

Les angles observés sont :

P sur	P	=	109°	53′
P —	P′	=	108°	39′
S —	S	=	96°	33′
—	S	=	140°	30′
Z —	Z	=	144°	4′
Z —	Z′	=	128°	17′
Z —	Z″	=	154°	25′

Le clivage est très-distinct dans la direction des faces P; la forme entière produite par le cli- Clivage.

vage peut s'obtenir sur les gros cristaux d'Elgersburg.

La facilité du clivage suivant P, et l'absence de tout clivage perpendiculairement à l'axe, lequel est au contraire très-net dans la hausmannite, est un des caractères qui firent distinguer à M. Haidinger ces deux espèces l'une de l'autre; cependant la dureté et la ténacité de la braunite enpêchent d'obtenir ces faces de clivage assez nettes pour avoir une bonne image réfléchie, même d'un point très-lumineux; des mesures approximatives avaient même porté M. Haidinger à croire que ces cristaux appartenaient à l'octaèdre régulier, mais sur un échantillon d'Elgersburg contenant des cristaux clivables, il observa de petits cristaux en octaèdre aigu, *fig.* 19, qui ne pouvaient appartenir au système régulier : ils étaient raboteux, possédaient peu d'éclat, et ne donnaient que des mesures peu précises d'environ 140° à la base de la pyramide.

Certaines variétés de Wunsiedel en Bayreuth, du cabinet de M. Allan, engagées dans la baryte sulfatée et associées à la pyrolusite en prismes très-déliés, présentaient les formes 18, 20 et 23; ces deux premières ont été aussi observées sur un échantillon de la collection de M. Ferguson de Raith, venant de M. Heuland, et donné comme de Thuringe.

Cassure. Fracture inégale. La base possède moins de lustre que P; mais elle est unie, quelquefois légèrement striée parallèlement à son intersection avec P.

Les faces P sont souvent un peu arrondies.

Les faces S, inégales, raboteuses et striées horizontalement.

La pyramide à huit faces est unie et brillante. Lustre imparfaitement métallique.

Couleur brun noir foncé, poussière de la même couleur.

Fragile. Dureté 6,0, à 6,5 plus dure que le feldspath.

Pesanteur spécif. 4,818, les gros cristaux clivables d'Elgersburg.

L'analyse de la braunite a été faite par M. Turner sur des cristaux provenant d'un échantillon d'Elgersburg. Analyse.

Les résultats concordants de deux analyses ont donné :

Protoxyde de manganèse. . .	86,940
Oxygène.	9,851
Eau..	0,949
Baryte.	2,260
Silice.	trace.
	100,000

Analyse représentée par la formule $\ddot{Mn}\,\dot{Mn}$, deutoxyde de manganèse.

Remarques sur cette dernière espèce.

Comme on vient de le voir, la détermination des formes de la braunite a été faite sur des cristaux qui se rapprochaient, par la dureté et la couleur de la poussière, de ceux qui ont été analysés, mais qui en différaient totalement quant aux circonstances de gisement et de localité.

Or, les cristaux de Saint-Marcel récemment examinés par M. Damour lui ont tous donné une certaine proportion de silice s'élevant de 7 à

10 p. 0/0; ces cristaux sont identiques à ceux qui ont servi de base à M. Haidinger pour former l'espèce braunite; car d'après sa description, le gisement et la localité sont les mêmes; et les formes et les incidences que j'ai observées sur des cristaux brillants et complets rapportés dernièrement par M. Bertrand de Lom, coïncident parfaitement avec celles qui sont indiquées dans le mémoire précédent.

Pesanteur spécifique. La pesanteur spécifique des cristaux de Saint-marcel ne va pas au-dessus de 4,76, et la moyenne de sept opérations faites séparément par M. Damour et par moi, sur des fragments ou sur des cristaux bien déterminés est de 4,75.

Clivage. Toutes les tentatives que nous avons faites pour obtenir un clivage parallèle aux faces de l'octaèdre sont restées sans succès; les cristaux se sont toujours partagés assez facilement dans une direction parallèle à l'axe vertical, ce qui donne même à certains gros fragments une apparence de texture feuilletée.

Forme primitive. La forme primitive des cristaux de Saint-Marcel est un prisme droit à base carrée, dans lequel le rapport entre un des côtés de la base et la hauteur est celui des nombres 10, 7, *fig.* 25.

Formes secondaires. Les formes que j'ai observées sont :

1° Un octaèdre à base carrée, très-rarement simple, le plus souvent modifié sur les angles de la base par quatre faces X, résultant d'un décroissement intermédiaire, et dont le signe cristallographique est :

$$(B^{\frac{1}{2}}, B^{\frac{1}{6}}, G^{1}), \textit{fig. } 26.$$

2° Une pyramide à huit faces résultant de la

réunions des faces X qui se sont agrandies, surmontée d'un pointement à quatres faces, *fig.* 27.

3° La pyramide à huit faces, surmonté de l'octaèdre basé.

Les angles observés sur plusieurs cristaux sont :

	$\overset{1}{B}$ sur $\overset{1}{B}$ = 109° 46′		
Déduits par le calcul. .	B′ — $\overset{1}{B}$ = 108° 53′		
	B′ — B′ = 71° 7′	71° 10′	au sommet.
	$\overset{1}{B}$ — x = 151° 56′	151° 50′	observés directement.
	x — x = 128° 5′	128° 15′	
	x — x' = 144° 10′	144° 10′	
	x — x'' = 154° 8′	154° 30′	

L'angle de 109° 46′, adopté pour l'octaèdre, est très-peu différent de celui de 109° 53′ donné par M. Haidinger, et je l'ai pris parce qu'il se présente souvent sur les cristaux, et que c'est lui qui donne le rapport le plus simple entre les dimensions de la forme primitive.

Voulant vérifier si la cristallographie serait d'accord avec la chimie pour indiquer une différence dans les cristaux de Saint-Marcel, j'ai détaché d'un échantillon de braunite, du Harz, appartenant à l'École des Mines, un petit cristal octaèdre dont trois plans contigus sont unis et bien réfléchissants, et j'ai trouvé les deux angles adjacents de 110° 35′, ce qui donnerait pour la forme primitive de la braunite, un prisme droit à base carrée dans lequel un des côtés de la base est à la hauteur comme 3 : 2, rapport très-voisin de celui 10 : 7 des cristaux de Saint-Marcel.

Forme primitive de la braunite.

Il est donc à présumer que les cristaux de Saint-Marcel ne sont que de la braunite mélangée d'une petite quantité de silicate de manganèse, mélange qui explique la petite diminution de la pesanteur

spécifique, et la petite différence qu'on observe entre les angles de ces deux variétés.

Les autres caractères physiques, et les analyses des cristaux de Saint-Marcel font partie d'un mémoire de M. Damour, inséré dans ce même numéro, pag. 400.

RAPPORT

Sur un flotteur d'alarme présenté par M. Daliot, inspecteur de la navigation, chargé de la surveillance des bateaux à vapeur, dans le département de la Seine;

Par M. COMBES, Ingénieur en chef des mines.

M. Daliot avait présenté, au commencement de l'année 1841, à M. le sous-secrétaire d'état des travaux publics, la description d'un nouveau flotteur, qu'il avait mis en expérience sur quelques chaudières à vapeur, entre autres sur celle de Mᵉ Santerre, et qui a été l'objet d'un avis de la commission des machines à vapeur. Je rappellerai que cet appareil consistait en une capacité cylindrique en cristal, adaptée à l'extrémité supérieure d'un tube en tôle qui traversait le dôme de la chaudière, et débouchait à quelques centimètres au-dessous du niveau habituel de l'eau dans l'intérieur de la chaudière. Le cylindre en cristal contenait un boulet creux plus léger qu'un pareil volume d'eau. Le tuyau et le cylindre supérieur pouvaient être purgés d'air par un petit robinet placé au-dessus du cylindre. Quand on allumait le feu sous la chaudière, on laissait le robinet ouvert, jusqu'à ce que l'eau pressée par la vapeur eût rempli le tube et le cylindre de cristal, en chassant l'air devant elle et soulevant le boulet qu'elle faisait flotter. On fermait alors le robinet, et le cylindre demeurait

rempli d'eau tant que la chaudière fonctionnait et que le niveau de l'eau, dans son intérieur, ne descendait pas au-dessous de l'orifice inférieur du tube. Si ce niveau descendait plus bas, le tube se vidait d'eau, et l'on voyait, à travers la paroi en cristal, le boulet flotteur tomber au fond du cylindre.

Le flotteur décrit ci-dessus différait, comme on voit, des autres appareils de ce genre, en ce qu'il était placé dans une capacité communiquant avec la chaudière par un tube d'un calibre médiocre, au lieu d'être placé dans l'intérieur de celle-ci. D'ailleurs il ne faisait pas connaître la position exacte du niveau de l'eau : il parlait aux yeux seulement, et un chauffeur négligent pouvait ne pas faire attention à la chute du boulet. La fragilité du cristal était un inconvénient grave. La commission fut donc d'avis que cet appareil ne réunissait pas les conditions nécessaires pour que l'administration dût en recommander l'usage aux propriétaires de chaudières à vapeur. Néanmoins elle remarqua, à cette occasion, et à l'occasion d'un autre appareil analogue présenté par M. Hassenfratz, qu'il pourrait être avantageux d'établir le flotteur en dehors de la chaudière, pour le mettre à l'abri de l'agitation accidentelle du niveau de l'eau; et qu'il serait d'ailleurs facile, par des modifications simples, de transformer le flotteur de M. Daliot en un *flotteur d'alarme* construit sur le principe des ventouses que l'on place sur les tuyaux de conduite d'eaux, aux points où l'air tend à s'accumuler. Il suffirait pour cela de supprimer le robinet placé au-dessus du cylindre en cristal, et de le remplacer par un petit orifice qui serait fermé par l'extrémité d'une tige verticale

faisant corps avec le flotteur, lorsque celui-ci serait soulevé par l'eau, et qui donnerait issue à un jet de vapeur, quand l'eau abandonnerait le flotteur à son poids. Le cylindre en cristal serait, dans ce système, remplacé par une capacité à parois métalliques : on pourrait d'ailleurs diriger le jet de vapeur sur les bords tranchants d'une cloche ou d'une lame métallique adaptée à une espèce de tuyau d'orgue, pour obtenir un son très-aigu qui dominerait les bruits d'un atelier quelconque, et attirerait forcément l'attention d'un chauffeur négligent, et des personnes occupées dans le voisinage de la chaudière.

Ces observations furent communiquées à M. Daliot, qui essaya immédiatement d'exécuter un flotteur conformément à ces principes. Il vint demander des conseils au rapporteur de la commission, qui lui fit remarquer qu'il était nécessaire que le flotteur satisfît à la double condition d'être moins lourd qu'un volume d'eau égal au sien, et d'avoir un poids suffisant pour retomber dès qu'il ne serait plus immergé, en surmontant par son poids la pression effective de la vapeur sur l'orifice d'écoulement. La seconde condition exige que, pour un flotteur d'un poids déterminé, la section de l'orifice ne dépasse pas une limite qui est d'autant plus petite que la pression effective de la vapeur est plus considérable (1). Le rapporteur indiqua à M. Daliot, les dimensions, le poids du flotteur et la grandeur correspondante de l'orifice

(1) Nous appelons *pression effective* l'excès de la pression de la vapeur au-dessus de la pression atmosphérique extérieure.

d'écoulement, pour une chaudière dans laquelle la pression effective de la vapeur s'élèverait à 5 atmosphères.

M. Daliot fit construire, d'après ces renseignements, l'appareil qui est sous les yeux de la commission. Le flotteur creux en cuivre rouge soudé à l'argent, lesté avec des grains de plomb, pèse 1.400 grammes, et déplace à peu près 1.600 centimètres cubes, ou 1.600 grammes d'eau à la température ordinaire. Il est contenu dans une boîte cylindrique terminée par une calotte hémisphérique de 15 centim. de diamètre et 40 centim. de hauteur environ; cette boîte se visse sur l'extrémité supérieure du tuyau qui traverse les parois de la chaudière et débouche à quelques centimètres au-dessous du niveau habituel de l'eau. A sa partie supérieure, la boîte porte une platine percée d'un orifice conique de 2 millim. 1/2 environ de diamètre à la petite base. Cet orifice est hermétiquement fermé, lorsque la boîte est remplie d'eau, par une tige pleine en bronze, terminée par une pointe conique, qui surmonte le flotteur et fait corps avec lui.

Cet appareil a été placé, pour essai, sur une petite chaudière installée dans les ateliers de M. Tamizier, rue du Faubourg-St-Denis, n° 191, et dans laquelle la tension de la vapeur s'élève jusqu'à 6 atmosphères. Un flotteur ordinaire parfaitement mobile accuse le niveau exact de l'eau. Nous avons vu à plusieurs reprises et à des jours différents fonctionner l'appareil. Quand la boîte a été remplie d'eau, la tige du flotteur a fermé hermétiquement l'orifice : quand nous faisions baisser le niveau de l'eau dans la chaudière, au-

dessous d'une ligne indiquée par une marque faite sur une planche dressée près du balancier du flotteur ordinaire, le flotteur tombait et laissait sortir d'abord un jet de vapeur et d'eau, puis un jet de vapeur pure. Lorsque nous avons fait remonter le niveau, en faisant jouer la pompe alimentaire, de façon que le niveau indiqué par la marque dont nous avons parlé fût dépassé, le flotteur, après une ou deux oscillations, fermait de nouveau hermétiquement l'orifice. Dans le cours de ces observations, le manomètre fermé adapté à la chaudière de M. Tamizier a souvent indiqué une tension de la vapeur de 6 atmosphères. L'appareil nous a paru doué d'une sensibilité et d'une précision bien suffisantes. La vapeur s'échappait par l'orifice avec un bruit assez fort, et qui serait suffisant dans quelques cas, mais qui aurait besoin d'être renforcé, dans des ateliers bruyants, tels que des forges, des fabriques de chaudronnerie, etc. Il sera facile d'adapter à l'appareil un sifflet ou un petit tuyau rendant un son aigu, ce dont M. Daliot s'occupe en ce moment (1).

---

(1) La commission sait que les flotteurs d'alarme sont très-anciens. Plusieurs mécaniciens français, entre autres MM. Eug. Bourdon, Beslay, Chaussenot aîné, de Maupeou, etc., ont construit des appareils de ce genre, et il a été pris à ce sujet divers brevets d'invention. Il ne sera pas inutile de saisir l'occasion qui se présente pour signaler à M. le sous-secrétaire d'état les flotteurs d'alarme qui paraissent le mieux construits et dont la description a été publiée, depuis plusieurs années dans des ouvrages étrangers. Nous citerons en première ligne le flotteur de Thomas Ewbank, de New-York, décrit dans le journal américain de l'Institut de Franklin de Philadelphie, année 1832, livraison de juillet, vol. X, pag. 7 du recueil. Ce

Presque tous les appareils usités dans l'industrie, et notamment ceux du genre des flotteurs, ne peuvent être définitivement jugés et appréciés que par un long usage et après des applications nombreuses dans les circonstances variées de la pratique. Ainsi l'expérience seule peut apprendre si l'orifice destiné à donner issue à la vapeur ne s'obstruera pas, dans un temps plus ou moins long, par les matières tenues en suspension dans l'eau; si la tige du flotteur n'adhérera pas à cet ori-

---

flotteur a cela de particulier que sa tige est creuse, ainsi que le corps même du flotteur, et que la vapeur qui s'échappe de la chaudière, quand le flotteur tombe, traverse le flotteur et la tige creuse pour arriver à l'orifice d'écoulement. Ce mode de construction a permis d'annuler l'effet de la pression de la vapeur tendant à empêcher la chute du flotteur qui fonctionne de la même manière, quelle que soit la pression de la vapeur. L'appareil est d'ailleurs tout à fait analogue au flotteur de M. de Maupeou, bien connu de la commission.

Nous citerons ensuite un flotteur d'alarme essayé par le comité de l'Institut de Franklin, chargé de rechercher les causes des explosions des chaudières à vapeur. Il est décrit dans le même recueil, année 1836, livraison de janvier, vol. XVII, pag. 13 et 14, et Pl. 4, fig. A; celui-ci est à contre-poids. Le balancier et tout le mécanisme sont dans l'intérieur de la chaudière; le balancier porte une espèce de came double qui ouvre un orifice donnant issue à un jet de vapeur, quand l'eau s'abaisse au-dessous d'un niveau déterminé, et aussi quand elle s'élève au-dessus d'un autre niveau séparé du premier par un intervalle que l'on règle à volonté. Le niveau de l'eau dans la chaudière demeure donc compris entre deux limites fixes, tant que le flotteur ne donne pas issue à la vapeur.

L'un et l'autre des appareils indiqués dans cette note sont pourvus de sifflets analogues aux sifflets usités pour les machines locomotives.

fice, etc. Ce que nous pouvons dire actuellement, c'est que l'appareil présenté et essayé chez M. Tamisier est simple, facile à placer et à déplacer, d'un usage sûr tant qu'il est en bon état; qu'il est en outre fort aisé de vérifier s'il fonctionne bien ou mal, quand la chaudière est en même temps pourvue d'un autre appareil indicateur du niveau de l'eau. Or, la facilité de vérifier le bon état d'un appareil est un point très-essentiel pour la surveillance administrative. Enfin il ne nous paraît pas possible qu'il soit inférieur aux meilleurs flotteurs d'alarme déjà connus, et il est assez vraisemblable que sa position en dehors de la chaudière le mettra à l'abri de l'agitation accidentelle de l'eau, et lui donnera un avantage sur ceux-ci. Ainsi, tout en déclarant qu'une expérience prolongée sur des chaudières établies à terre ou à bord des bateaux, est nécessaire pour faire apprécier le degré de perfection dont l'appareil présenté à l'administration est susceptible, nous sommes convaincus qu'il peut être dès à présent d'un usage fort utile. Nous estimons, en conséquence, qu'il y a lieu de la part de M. le sous-secrétaire d'état des travaux publics :

1° De remercier M. Daliot de sa communication, en donnant au zèle de cet employé les éloges qu'il mérite;

2° D'écrire à M. le préfet de police que l'administration verrait avec plaisir que, sur le rapport des ingénieurs chargés du service des machines à vapeur, dans le département de la Seine, il prescrivît d'adapter à quelques chaudières à vapeur des flotteurs d'alarme construits, soit comme celui qu'a présenté M. Daliot, soit autrement, pourvu

que le système fût jugé bon par les mêmes ingénieurs;

3° D'adresser une copie du présent rapport à M. le préfet de police.

L'ingénieur en chef des mines,
secrétaire de la commission, rapporteur,

Signé Ch. COMBES.

La commission, après en avoir délibéré, approuve le rapport et en adopte les conclusions.

Note du rapporteur. Depuis le 18 février 1842, date du rapport précédent, on a adapté au flotteur placé sur la chaudière de M. Tamisier un sifflet construit comme ceux des machines locomotives. Ce flotteur a d'ailleurs fonctionné sans interruption depuis cette époque jusqu'à ce jour 23 juillet; l'orifice d'écoulement de la vapeur, la tige et le flotteur lui-même sont restés parfaitement propres. Tout porte donc à croire que cet appareil sera d'un bon usage.

MÉMOIRE

Sur le nouveau procédé de fabrication du fer, au moyen du gaz des hauts-fourneaux, employé à Wasseralfingen et dans quelques usines de l'Allemagne;

Par M. ACHILLE DELESSE, Élève-Ingénieur des mines.

Depuis trente ans la métallurgie du fer a fait de très-grands progrès, et le prix toujours croissant du combustible a forcé de perfectionner les hauts-fourneaux dans lesquels le charbon allait autrefois s'engloutir avec profusion. D'abord on a été conduit à rechercher s'il n'était pas possible d'utiliser les gaz pris à la partie supérieure du haut-fourneau, ou les flammes du gueulard, auxquelles on donnait le nom de flammes perdues, et on a reconnu qu'on pouvait les employer avec le plus grand avantage pour échauffer l'air, pour calciner les minerais, cuire des briques ou de la chaux, pour torréfier et carboniser le bois, pour chauffer les chaudières de machines à vapeur qui mettaient en mouvement la soufflerie, etc. Dans ces derniers temps enfin, la métallurgie vient de faire un pas immense; *l'idée de se servir du gaz pour le puddlage de la fonte et le travail du fer a été conçue et réalisée, en sorte qu'un haut-fourneau devient un appareil à l'aide duquel on peut immédiatement fabriquer le fer sans dépense de combustible.* Depuis trois ans que cette idée a été mise en exécution à Wasseralfingen les résultats obtenus ont dépassé toute attente, et elle doit né-

cessairement produire une révolution dans l'a[rt]
des forges.

C'est vers la fin de 1837 que M. Faber d[u]
Faur, conseiller supérieur des mines du roi d[e]
Wurtemberg, a entrepris à Wasseralfingen s[es]
premières expériences sur le puddlage au moye[n]
du gaz; les registres de sa Chancellerie l'attesten[t]
d'une manière tout à fait irrécusable : après de[s]
recherches pénibles et multipliées il parvint à
exécuter toutes les opérations du travail du fer, et
il eut le bonheur de voir ses efforts couronnés par
le succès le plus complet. Déjà connu des métallurgistes par son appareil à air chaud, M. Faber du Faur vient de se créer par sa nouvelle découverte un nom immortel dans les annales de l'industrie et qui viendra se placer à côté de celui des Jacquart et des Watt. Une haute célébrité lui est acquise dans toute l'Allemagne, et les sociétés des arts de Vienne et de Berlin, en lui décernant des médailles d'or, lui ont à l'envi témoigné leur admiration pour son nouveau procédé que les maîtres de forges et les ingénieurs de toutes les nations sont venus étudier à Wasseralfingen. M. le prince de Lobkowitz, qui dirige avec tant d'habileté l'administration des mines de l'empire d'Autriche, s'est hâté d'acheter pour plusieurs provinces le secret de M. Faber du Faur, et a envoyé des ingénieurs ainsi que des praticiens habiles faire des observations sur les lieux. Enfin aucun doute ne s'élève sur le mérite ou sur l'importance de la découverte qui est déjà répandue dans la plus grande partie de l'Allemagne, en Suisse, et compte même quelques usines dans les états du Nord et en France : cet empressement même avec lequel elle a été accueillie en Allemagne, ce pays où en métallurgie

comme en politique on redoute les innovations, où les progrès sont lents et ont plus que partout ailleurs à lutter contre la routine, dont les habitants enfin sont par caractère ennemis de tout ce qui est nouveau, me semble le plus bel éloge qu'on en puisse faire, et doit encourager les maîtres de forges français à suivre l'exemple qui leur a été donné.

Pour moi, chargé par M. le sous-secrétaire d'état des travaux publics de faire un voyage en Allemagne, je n'ai négligé aucune occasion de m'éclairer sur l'importante découverte de M. Faber, et, intimement convaincu de son utilité, je n'ai pas hésité à me détourner de plusieurs centaines de lieues de la ligne de voyage qui m'avait été tracée lorsque j'ai pu espérer de la voir pratiquer. Les usines dont l'entrée m'a été ouverte sont celles de Wasseralfingen même, celle de Neujoachimsthal, en Bohême, qui appartient au prince de Fürstenberg, et enfin l'usine impériale de Maria-Zell en Styrie. Je témoigne aux directeurs de ces usines ma reconnaissance pour la bienveillance avec laquelle ils m'ont accueilli, et m'ont permis d'étudier dans tous ses détails le nouveau procédé; je crois le posséder maintenant d'une manière assez complète pour pouvoir monter et faire construire moi-même des appareils de ce genre. C'est surtout pour nous, en France, où le charbon de bois a partout un prix si élevé, que ce mode de fabrication du fer, au moyen du gaz des hauts-fourneaux, produira une immense économie : en l'adoptant, les usines en souffrance, celles même que la cherté du combustible a forcées de suspendre leur travail, peuvent se relever et se replacer au premier rang. Ces considérations me sem-

blent surtout du plus haut intérêt pour nos forges de Champagne, de Franche-Comté et des départements de l'est de la France, pour celles de Bretagne et de Normandie, qui, éloignées des bassins houillers, ne travaillent guère qu'avec le charbon de bois ; et je croirai avoir atteint un but très-utile pour l'avenir métallurgique du pays, si la description qui va suivre et les nombres que je citerai à l'appui ont pu porter la conviction chez les maîtres de forges français et les décider à organiser leurs usines d'après le nouveau système.

Il résulte d'expériences précises, faites par M. Ebelmen, qui sont consignées dans un mémoire très-remarquable, présenté à l'Institut et inséré dans le t. XX des *Annales des mines*, que si on représente par 100 la quantité de combustible introduite dans un haut-fourneau bien construit, marchant à l'air chaud et au charbon de bois, la quantité de ce combustible perdue par les gaz qui se trouvent dans la colonne ascendante à la sortie du gueulard est représentée par 67 : par conséquent l'effet utile du combustible consommé dans les hauts-fourneaux, tels qu'ils marchent le plus ordinairement, est réduit au tiers de sa valeur réelle.

On conçoit très-bien, d'après cela, qu'au moyen des flammes perdues on ait pu griller les minerais, torréfier le bois, chauffer les chaudières de machines à vapeur, etc. Si on observe de plus que la température dégagée par la combustion de ces gaz est supérieure à 1200°, qui est celle de la fusion de la fonte, on comprendra aussi facilement comment, dans ces derniers temps, M. Faber du Faur a pu employer les gaz des hauts-fourneaux : 1° *pour le mazéage de la fonte*, 2° *pour le puddlage*, 3° *pour le réchauffage du fer puddlé*,

quoique ces opérations, et surtout la dernière, exigent une température très-élevée.

Point du haut-fourneau où a lieu la prise de gaz.

Quelle que soit celle de ces trois opérations métallurgiques qu'on ait pour but de pratiquer, ce sont toujours à peu près les mêmes gaz combustibles que l'on emploie, et la première question importante dont la solution se présente est celle-ci : « *Déterminer en quel point du haut-fourneau la prise de gaz doit avoir lieu.* » Est-ce au gueulard? est-ce à une certaine distance au-dessous? est-ce au ventre?

En consultant d'abord la théorie et les résultats énoncés dans le mémoire déjà cité, on voit que la température, dégagée par la combustion du gaz d'un haut-fourneau, va en augmentant à mesure qu'on le prend à des distances de plus en plus grandes du gueulard; et en particulier pour les hauts-fourneaux de Clerval et d'Audincourt, cette température varie de 1250° à 1850° centigrades; mais on peut craindre, en prenant le gaz trop au-dessous du gueulard, que l'allure du fourneau ne soit notablement dérangée, ce gaz ne produisant plus sur le minerai la calcination et la réduction qu'il opère dans la partie supérieure de la cuve : d'un autre côté, on ne pourrait le prendre trop près du gueulard, parce qu'il est nécessaire qu'il ne contienne que peu ou point de vapeur d'eau, laquelle a un calorique spécifique très-considérable, et par conséquent diminuerait très-notablement la température de la combustion; de plus, comme la quantité de vapeur d'eau qui se dégage est nécessairement variable avec les différentes époques de la charge, on ne pourrait obtenir un gaz combustible homogène, ce qui serait un très-grand inconvénient et qu'on doit avant tout

chercher à éviter, les petites chutes de mine et les mouvements inégaux qui ont toujours lieu dans la masse à mesure qu'elle descend, tendant déjà à détruire l'homogénéité du gaz. Le mémoire de M. Ebelmen nous apprend pour deux cas particuliers, quelle est la quantité de vapeur d'eau que renferme le gaz d'un haut-fourneau; on conçoit que cet élément est nécessairement très-variable, qu'il dépend de la nature du minerai et de ses fondants, de celle du combustible, de la hauteur du fourneau au-dessus de la cuve, etc.; mais, quoi qu'il en soit, il me semble qu'on peut toujours en tirer les conclusions suivantes : la quantité de vapeur d'eau, assez grande au gueulard, va en diminuant rapidement à mesure qu'on descend; pour un haut-fourneau au charbon de bois et dans lequel on passe de l'oxyde hydraté, la quantité qui se dégage est à peu près nulle à 0,30 de la hauteur totale; pour un haut-fourneau dans lequel on passe encore du minerai hydraté et 1,55 de bois arrivé par flottage pour 1 de charbon, la distance au gueulard du point où cesse à peu près le dégagement de vapeur d'eau est environ les 0,40 de la hauteur totale.

En réunissant les considérations précédentes, on arrive facilement à déterminer *à priori* quel est le point du haut-fourneau où doit se faire la prise de gaz : en effet, pour ne pas déranger l'allure du fourneau, il faut qu'il soit rapproché le plus possible du gueulard, et, d'un autre côté, il est indispensable que le gaz ne contienne que peu ou point de vapeur d'eau; par conséquent, pour un haut-fourneau ordinaire au charbon de bois, la prise de gaz aura lieu à partir du gueulard, environ à 0,30 de la hauteur totale; pour un

haut-fourneau, employant une forte proportion de bois en nature, le point où se fera la prise sera à peu près à 0,40.

On peut voir maintenant que ces résultats s'accordent assez bien avec ceux que j'ai pu observer directement dans mon voyage en Allemagne. Sur quatre hauts-fourneaux qui tous marchaient au charbon de bois seulement, la distance au gueulard, du centre de l'orifice par lequel avait lieu la prise de gaz, a été généralement 0,31 de la hauteur totale du fourneau, c'est-à-dire un peu inférieure au tiers de la distance du gueulard à la pierre de fond. Toutefois cette position de l'orifice d'écoulement pour les gaz n'est pas absolue, et il peut se trouver au-dessus ou au-dessous; ainsi à Maria-Zell on a pour le rapport 0,26, et à l'un des fourneaux de Wasseralfingen 0,40. Dans chaque cas particulier, il conviendra d'examiner, d'après la nature du minerai, de ses fondants et du combustible, d'après les dimensions du fourneau, et la distance du ventre au gueulard, etc., quel est le point du haut-fourneau où la prise de gaz sera le plus avantageusement placée; mais toujours ce point sera entre le gueulard et la cuve.

On peut admettre que la composition moyenne du gaz d'un haut-fourneau au charbon de bois pris à 0,31 de la hauteur totale est à peu près la suivante :

Acide carbonique.	13
Oxyde de carbone.	23
Hydrogène.	5
Azote.	59
	100

Il ne retient d'ailleurs que quelques centièmes de vapeur d'eau, et la température de sa combustion est supérieure à 1450°.

Prise de gaz.

Après avoir déterminé le point du haut-fourneau où a lieu la prise de gaz, je vais faire connaître de quelle manière elle s'exécute ; or elle peut se faire : 1° par *plusieurs ouvertures*, 2° par *une ouverture unique*.

J'examine d'abord le premier cas.

1° Par six ouvertures.

1° Dans l'un des hauts-fourneaux de Wasseralfingen, ainsi que dans celui de Neu-Joachimsthal, la prise de gaz a lieu par six ouvertures pratiquées à la chemise du fourneau (*Pl. XIII, fig.* 1).

Neu-Joachimsthal (*Bohême*).

A Neu-Joachimsthal on avait d'abord pratiqué les ouvertures à 0,34 de la hauteur totale, mais la consommation en charbon s'étant augmentée, on les a placées à 0,30 seulement, en *a* ; elles sont rectangulaires, plus hautes que larges ; la surface de l'une d'elles est de $0^{m.c.}$,10, et par conséquent leur surface totale de $0^{m.c.}$,6. Ces ouvertures débouchent dans un canal *bb* qui fait le tour du fourneau et communique avec un conduit en fonte *d* qui amène les gaz dans le fourneau ; à sa partie inférieure se trouve un registre *e*, qui permet de régler la quantité de gaz qu'on veut admettre : il est d'ailleurs nécessaire que les canaux *a* et *b* soient en sandstein ou en maçonnerie réfractaire. Six conduits armés de fonte *cc*, en communication avec les canaux *a*, servent à les nettoyer : cette opération est nécessaire tous les huit jours, parce qu'autrement les gaz entraînent avec eux de la poussière qui s'est déposée dans les canaux et ne brûlent plus que difficilement ou même pas du tout : pour pratiquer cette opération, on enlève le couvercle de fonte luté avec de l'argile qui recouvre le conduit *c*, puis avec un racloir en fer on retire une poussière très-fine d'un rouge noirâtre et qui marque sur le papier. L'analyse de deux de ces poussières m'a donné les résultats suivants :

Matières solubles dans l'eau.	5	6
(Elles consistent en carbonates alcalins, principalement de potasse, et elles contiennent environ 0,3 de chlore à l'état de chlorure.)		
Charbon.	9	10
Peroxyde rouge de fer et matière argileuse.	86	84
	100	100

Les grains ne sont, du reste, pas agglutinés, comme cela a lieu pour la suie dans les cheminées, et d'après leur composition chimique on voit qu'ils n'ont pas pu être volatilisés par la chaleur du fourneau, mais qu'ils ont été simplement entraînés par le courant de gaz, à cause de leur grande ténuité.

Il se forme un dépôt analogue dans le tuyau de conduite *d*, et *c'c'* sont des couvercles de fonte qu'on peut enlever à volonté pour le nettoyer.

Le dessin (*Pl. XIII*, *fig.* 1) achève de montrer comment l'appareil est disposé, et donne les dimensions principales du haut-fourneau : j'ajouterai qu'on lance par minute 13 mètres cubes d'air chauffé à la température de 100°.

Quant aux consommations, elles sont indiquées par le tableau suivant :

Dans 24 heures on passe, en 32 charges,

94 q. m. minerai.	Composé d'un mélange d'oxyde anhydre et hydraté, qui contient 5 p. o/o en poids de castine.
25st.,2 charbon. .	Provenant de la carbonisation de bois feuillus et résineux, en proportion à peu près égale et pesant 170 kil. le stère.
Production. . . .	28 quint. métr. fonte grise.

Comme la marche du fourneau, lorsque j'ai

visité l'usine, n'était pas encore très-régulière, je suis porté à croire que cette augmentation en consommation pourrait tenir à une variation dans la qualité du charbon; du moins dans les trois autres fourneaux, desquels je parlerai ensuite, la proportion de charbon qu'il a fallu charger n'a pas augmenté d'une manière sensible.

Wasseralfingen Fourneau n° 1. Pour l'un des hauts-fourneaux de Wasseralfingen la prise de gaz a lieu absolument de la même manière, seulement elle est placée un peu plus bas au-dessous du gueulard et à 0,31 de la hauteur totale : dans ces derniers temps on a élevé le gueulard de $1^{m},71$, de manière à empêcher les gaz de se dégager aussi facilement, et afin de les forcer à se rendre en plus grande quantité dans les ouvertures; il est maintenant complétement éteint.

Voici du reste les principales dimensions du fourneau n° 1 de Wasseralfingen, dont l'appareil est construit absolument comme celui du fourneau précédent.

	m.
Hauteur totale.	10,87
Distance de la prise de gaz au gueulard.	3,43
Hauteur des tuyères au dessus du fond.	0,31
Hauteur de l'ouvrage.	1,43
Largeur au ventre.	2,57
— au gueulard.	1,43
— à la naissance des étalages. . .	0,68

L'air est échauffé à 240° ou 250° Réaumur, et on en lance 18 à 19 mètres cubes par minute; sa pression est représentée par une colonne d'eau de 40 centimètres.

On emploie des *tuyères fermées*, dont je crois qu'il est bon de recommander l'usage aux maîtres de forges et dont le dessin (*fig.* 2) montre la disposition : on voit qu'on a une tuyère *t*, qui est en

cuivre ou en fonte, mais rafraîchie par un filet d'eau; cette dernière condition paraît indispensable, parce qu'on conçoit qu'en fermant la tuyère une augmentation considérable de la température doit avoir lieu près de son embouchure et qu'elle serait exposée à fondre. Le bec de la buse *b* vient s'engager de manière à intercepter toute communication entre l'intérieur du fourneau et l'air extérieur; pour cela quand la buse ne s'emboîte pas parfaitement dans la tuyère, on garnit son bec d'une petite couronne de fer *c*, et en la faisant avancer ou reculer au moyen d'une roue dentée *r* le fondeur peut à volonté fermer la tuyère ou observer de temps en temps l'intérieur du fourneau. L'expérience apprend que la roue hydraulique conservant le même mouvement suivant que la tuyère est fermée ou non, la hauteur de la colonne d'eau qui représente l'excès de pression de l'air de la soufflerie sur l'air atmosphérique est de :

40 centimètres ou 29 centimètres.

La différence est donc de 11 centimètres, et par conséquent, en employant la tuyère fermée, on augmente la pression du vent de $\frac{11}{76+29}$, c'est-à-dire de plus du dixième.

Outre cet avantage, il y en a encore un autre, c'est qu'on est certain que tout l'air lancé par la buse entre dans le fourneau; or la quantité qui se perd par remous, et qui est rejetée à l'entrée de la tuyère, est souvent très-considérable lorsque les matières chargées dans le fourneau sont menues et divisées; pour le fourneau d'Audincourt, par exemple, il paraît qu'elle n'est pas moins de 40 p. o/o de la quantité débitée par la buse.

Le minerai employé à Wasseralfingen consiste

en *bohnerz* et *stufferz* appartenant au terrain jurassique et disposés en couches subordonnées dans le grès supérieur du lias ; pour former le lit de fusion, avec 1 bohnerz on met 3,5 stufferz et 0,37 de castine : la richesse est moyennement de 31 à 32 p. 0/0. Le charbon est un mélange en volume de 5/6 charbon tendre avec 1/6 seulement de charbon dur ; il pèse 146 kil. au mètre cube.

La production du fourneau en 24 heures est moyennement de 50 quintaux métr. fonte grise ; comme il est déjà à feu depuis trois ans, sa consommation en charbon est plus grande qu'au commencement de la campagne, et maintenant

	Charbon	
1 quint. m. fonte demande :	$1^{st.},07$	— 156 kil.

Les gaz qu'on prend dans les deux hauts-fourneaux de Neu-Joachimsthal et de Wasseralfingen, au moyen de six ouvertures, ainsi que je viens de le décrire, sont suffisants pour faire aller un four à réverbère de mazéage et pour échauffer l'air lancé dans le haut-fourneau lui-même : en Bohême on détourne pour le haut-fourneau une partie de l'air échauffé par le four de mazéage ; à Wasseralfingen une prise de gaz a lieu latéralement au conduit principal, et ce gaz en brûlant échauffe l'air qui est nécessaire pour le haut-fourneau.

D'après la manière dont les ouvertures sont pratiquées, on conçoit qu'il sera facile, lorsqu'on le voudra, de boucher une ou plusieurs d'entre elles ; on a remarqué qu'en les bouchant toutes, à l'exception d'une seule, on obtient encore du gaz en quantité suffisante sans que le fourneau soit refroidi d'une manière sensible du côté où la prise

de gaz a lieu, et sans que sa marche devienne irrégulière.

2° On peut très-bien, en effet, prendre les gaz par une ouverture unique, et c'est ce qui a été pratiqué pour les deux hauts-fourneaux desquels il me reste à parler.

2° Par une ouverture unique.

Maria-Zell (Styrie).

Le haut-fourneau de Maria-Zell, en Styrie (*Pl. XIII, fig.* 3), a une ouverture unique *a* pratiquée à 0,26 de la hauteur totale; elle est rectangulaire, et a 63 centimètres de base sur 32 de haut; sa surface est de $0^{m.c.},2$. Pour la former on a détruit une partie de la chemise du fourneau qu'on a remplacée par une pierre en grauwacke, taillée de manière à présenter intérieurement la forme conique du fourneau, et dans de laquelle est pratiquée l'ouverture rectangulaire. Dans cette ouverture s'engage une caisse en fonte *b*, à laquelle est adapté un tuyau de conduite pour le gaz, qui est également en fonte; la caisse et les diverses portions du conduit sont du reste réunies comme à l'ordinaire. Une première valve *d* est destinée à régler la quantité de gaz qu'on laisse arriver dans le four à réverbère; à l'endroit où elle est pratiquée, le conduit devient quadrangulaire, et elle se compose elle-même d'une plaque de fonte qu'on peut avancer ou retirer : les gaz qui arrivent par l'ouverture *a* sont du reste en quantité plus que suffisante, puisque la valve *d* n'est en général ouverte qu'aux deux tiers. Enfin *e* est une seconde valve par laquelle on peut introduire un racloir ou une perche flexible garnie à son extrémité, et nettoyer l'intérieur du tuyau de conduite.

Dans les hauts-fourneaux précédents le gaz avait toujours été amené sur le sol de la fonderie; ici, au contraire, il est conduit au niveau du gueu-

lard ; on conçoit, du reste, que cela devait avoir lieu sans difficulté.

Le dessin qui accompagne ce mémoire donne toutes les dimensions du haut-fourneau de Maria-Zell ; je ferai remarquer qu'il marche à l'air froid, et il paraît qu'en essayant l'air chaud les gaz ne donnèrent plus une chaleur suffisante pour qu'on pût opérer le puddlage.

Au premier abord ce résultat paraît bizarre et en contradiction avec ce qui a été dit précédemment ; il me semble cependant qu'on peut s'en rendre compte : j'observe en effet que la prise de gaz est très-rapprochée du gueulard, qu'on passe dans le haut-fourneau beaucoup de fer spathique qui doit dégager de l'acide carbonique en quantité considérable ; qu'enfin le mélange du gaz avec l'air qui doit le brûler ne s'opère pas très-bien, comme on le verra à la description du fourneau de puddlage ; or de ces diverses circonstances réunies il résulte qu'à Maria-Zell les gaz devront brûler plus difficilement et dégager moins de chaleur dans leur combustion que ceux des hauts-fourneaux desquels j'ai déjà parlé ; si de plus on vient à souffler à l'air chaud, comme l'effet de ce dernier est d'abaisser la température dans les parties supérieures du fourneau, et de concentrer toute la chaleur près des tuyères, on conçoit que le gaz sera refroidi, et de plus il pourra se faire qu'une grande partie de la vapeur d'eau qui se dégageait d'abord au-dessus de l'ouverture de prise ne se dégage plus qu'au-dessous ; alors à cause de sa grande capacité calorifique, elle abaissera la température de la combustion : cela explique, ce me semble, comment il peut se faire que quand on emploie l'air chaud, les gaz ne soient plus assez

combustibles et ne donnent plus assez de chaleur pour le puddlage, tandis qu'il n'en est pas de même à Wasseralfingen.

Pour compléter les renseignements relatifs au travail du haut-fourneau de Maria-Zell, je ferai observer que le minerai est un mélange de 2/3 fer spathique d'excellente qualité, avec 1/3 de brauneisenstein qui paraît provenir lui-même de la décomposition du carbonate de fer; pour faciliter la fusion on ajoute quelques centièmes d'herbue, et la richesse du minerai mélangé est de 40 p. 0/0. En 24 heures on produit 36 q. m. fonte; et il faut, pour 1 q. m. de fonte, 1st.,22 charbon formé de 3/4 de charbon résineux et 1/4 charbon de hêtre qui pèse moyennement 163 kil. le mètre cube; par conséquent en poids les consommations sont comme il suit :

1 q. m. fonte demande 1q.m.,99 charbon.

La consommation en charbon n'a pas été augmentée par suite de la prise de gaz, et même souvent elle est restée inférieure à ce qu'elle était avant l'établissement du four à puddler.

Wasseralfingen Fourneau n° 2.

A Wasseralfingen le haut-fourneau n° 2 ne prend également les gaz que par une ouverture unique placée à 0,40 de la hauteur totale, et on a assez de gaz pour faire aller le fourneau de puddlage et celui de réchauffage : il marche avec un gueulard clair, et une partie de la flamme du gueulard est toujours employée pour chauffer l'air dans l'appareil connu dit de Wasseralfingen. Cet appareil se trouve décrit avec détail dans les *Annales des mines* (tome IV, 3e série), par M. Voltz qui, d'après les ordres de M. le sous-secrétaire d'Etat des travaux publics, fit en 1832 un voyage en Allemagne pour y étudier les effets de l'air chaud.

L'ouverture pour la prise du gaz a à peu près les mêmes dimensions qu'à Maria-Zell, seulement on a eu soin de mettre au-dessus un petit rebord en fonte avançant de 15 centim. et incliné, qui empêche le minerai de tomber dans l'ouverture et de l'encombrer.

La hauteur de ce fourneau est moindre que celle du premier; elle est seulement de $9^{m},15$, mais du reste toutes les autres dimensions sont les mêmes que celles du fourneau n° 1. On charge aussi les mêmes minerais seulement dans des proportions un peu différentes; ainsi pour 1 bohnerz on mèt 5,12 stuffers et 0,62 de castine; quant à la production, elle est toujours de 50 q. m. de fonte grise par 24 heures.

1 q. mét. fonte demande $0^{st.},75$ charbon.
Mais ce charbon provient d'un mélange de bois tendre et de bois dur en proportions à peu près égales, et il pèse 153 kil. le mètre cube; donc :

Pour 1 q. m. fonte, il faut 115 $^{k.}$ charbon.

La consommation de combustible est, comme on voit, notablement moindre que pour le haut fourneau n° 1, mais il faut observer que ce dernier est à la fin de sa campagne, tandis que le fourneau n° 2 la commence.

Dispositions communes aux fourneaux de mazéage, de puddlage et de réchauffage.

Je viens de faire connaître comment on exécute la prise de gaz dans les hauts-fourneaux, il faut voir maintenant de quelle manière on emploie ce gaz : 1° pour le mazéage de la fonte; 2° pour le puddlage; 3° pour le réchauffage du fer. Quelle que soit celle de ces trois opérations qu'on veuille pratiquer, le fourneau employé doit satisfaire à certaines conditions communes aux trois cas, et il n'y a guère que les dimensions mêmes du four-

neau qui varient. Quelques mots d'abord sur ces dispositions communes aux trois fourneaux.

La température développée devant être très-haute puisqu'il faut qu'elle soit toujours supérieure à celle de la fusion de la fonte, on ne pouvait pas la produire en mêlant dans un four le courant de gaz avec de l'air atmosphérique dont on déterminerait le tirage par une cheminée, comme cela s'est pratiqué jusqu'à présent quand on a fait usage du gaz des hauts-fourneaux : car, ainsi que le remarque M. Ebelmen, outre que la température est peu élevée dans l'intérieur de pareils fours, comme le mélange du gaz combustible avec l'air comburant ne se fait que lentement, il en résulte que le lieu du maximum de température est variable et se déplace constamment suivant la direction prise par le courant d'air et de gaz. Il est donc absolument nécessaire d'employer ici un courant d'air forcé qui détermine la combustion complète du gaz dans un certain espace et concentre ainsi la chaleur ; de plus, comme les gaz employés ne brûlent que difficilement, il faut faire en sorte que le mélange du gaz avec l'air soit aussi complet que possible ; il faut enfin que l'air qui doit servir à la combustion soit chauffé et même à une température élevée. Il résulte de tâtonnements et d'expériences très-variées, faites principalement à Wasseralfingen, que pour employer les gaz d'un haut-fourneau au mazéage, au puddlage, ou au réchauffage, les trois conditions suivantes paraissent indispensables :

1° Produire la combustion du gaz au moyen d'un courant d'air forcé.

2° Rendre le mélange du gaz et de l'air aussi intime que possible.

3° Chauffer à une haute température l'air qui doit servir à la combustion.

Elles sont du reste toutes trois très-faciles à remplir; car la machine soufflante qui est déjà nécessaire pour le haut-fourneau donnera le courant d'air forcé; le mélange du gaz avec l'air se produira aisément par une disposition que je ferai connaître plus loin, et on conçoit très-bien que l'échauffement de l'air puisse avoir lieu par la flamme perdue du four de mazéage, de puddlage ou de réchauffage.

Je passe maintenant de ces considérations générales aux détails, et je vais décrire les appareils employés dans chacune de ces trois opérations, ainsi que les opérations elles-mêmes, en commençant par le *mazéage*.

Mazéage. Description du fourneau. Le haut-fourneau de *Neu-Joachimsthal*, ainsi que le fourneau n° 1 de *Wasseralfingen*, donnent, comme je l'ai déjà dit, les gaz nécessaires pour un fourneau de mazéage. Le croquis *fig.* 5 et 6 montre quelle est la disposition du four à *Neu-Joachimsthal*, et fait connaître ses dimensions : α est une caisse rectangulaire en fonte dans laquelle arrivent les gaz du haut-fourneau; ils sortent par l'ouverture γ et sont brûlés par de l'air chaud qui est lancé au moyen de sept tuyères. Il paraît qu'on multiplie quelquefois beaucoup le nombre des tuyères; il est évident que plus il y en aura, plus le mélange du gaz avec l'air sera complet, et par conséquent plus la combustion se fera facilement; dans tous les appareils que j'ai vus, il n'y en avait jamais plus de sept, et cela était suffisant.

A sa sortie de la machine soufflante l'air va dans un système de conduite en fonte placé dans la cheminée δ du four de mazéage, il s'échauffe et se

rend en partie dans le haut-fourneau, en partie dans le tuyau de fonte ε, d'où il est amené dans la caisse demi-cylindrique 6, sur le devant de laquelle sont placées les sept tuyères α; ces tuyères sont en tôle ou en fonte, elles avancent de 6 cent. hors de la caisse rectangulaire en fonte, et elles sont parallèles à la ligne de plus grande pente du pont qui est inclinée de 3°,35'. La combustion s'effectue principalement dans le canal de 13 de hauteur sur 96 de longueur qui se trouve au-dessus du premier pont; c'est là que l'air se dépouille de son oxygène : suivant que le gaz du haut-fourneau brûle plus ou moins facilement, on diminue ou on augmente la longueur de ce premier pont; elle est moyennement de 80 cent., et l'expérience indiquera dans chaque cas quelle dimension on doit lui donner.

λ est l'intérieur du four; il est construit comme à l'ordinaire; sur le devant il y a une porte pour le chargement et le travail; la sole, qui est en brasque et en scories de Frischfeuer, est un peu inclinée du côté de l'ouverture par laquelle on fait la coulée.

μ est le renard par lequel s'échappent les flammes à la sortie du four; il est très-étroit afin que les flammes ne puissent pas sortir trop facilement, et qu'il y ait ainsi une plus grande concentration de chaleur dans l'intérieur du four. Quand on trouve que la température n'est pas assez élevée, il arrive quelquefois qu'on rehausse le deuxième pont de manière à rétrécir encore l'ouverture du renard, et alors la température augmente très-notablement dans l'intérieur.

ν sont deux tuyères en fer n'avançant que peu ou point dans le fourneau, et dans lesquelles s'em-

boîtent deux petites buses en cuivre de 11,4 milli. de diamètre ; elles sont distantes l'une de l'autre de 30 à 40 cent. ; la hauteur de leur bec est de 2 à 5 centimètres au-dessus du bain de fonte ; elles sont inclinées et convergent au centre de la surface du bain sur lequel elles lancent de l'air chaud en même temps qu'elles produisent un tournoiement dans sa masse. On a cependant reconnu qu'il est préférable de disposer les tuyères à peu près parallèlement en les dirigeant vers le deuxième pont, parce que l'une d'elles rejetait les gaz vers le premier pont et que la marche du fourneau en souffrait ; on a seulement cet inconvénient qu'il ne se produit plus ce tournoiement qui aide à la purification et facilite beaucoup l'opération du mazéage ; aussi a-t-on le projet maintenant de faire de nouveau converger ces deux tuyères, mais en un point plus rapproché du deuxième pont (voir *fig*. 8) ; de cette manière les gaz ne seront plus contrariés dans le fourneau. Ces tuyères, qui remplissent un objet analogue à celles qui sont employées dans les fineries anglaises, ne sont pas indispensables, et on peut très-bien obtenir de la fonte mazée sans elles.

A *Wasseralfingen* les dimensions du fourneau de mazéage sont peu différentes de celles du fourneau de Neu-Joachimsthal ; on peut s'en convaincre en jetant les yeux sur le croquis *fig*. 8, et en comparant les dimensions ; mais l'appareil à chauffer l'air (voir *fig*. 8 et 9), qui ne donne du reste que l'air nécessaire au fourneau à réverbère, me paraît plus simple et préférable ; il a en outre l'avantage de chauffer l'air à une température plus élevée. Il consiste en une caisse de fonte présentant une section quadrangulaire et placée à 17 cent.

seulement au-dessus du renard; l'air froid arrive par α, s'échauffe en parcourant les quatre côtés du rectangle qui sont baignés par la flamme et se rend dans le conduit en fonte 6 qui est bien entouré de maçonnerie et suit le long de la voûte du fourneau, en sorte que dans ce parcours la température de l'air s'élève encore; quand il est lancé dans le four on estime qu'elle est de 300 à 400° centig.

A Wasseralfingen j'ai trouvé en outre une autre disposition très-avantageuse; dans le sens de l'axe longitudinal du four une ouverture a été pratiquée dans le mur qui forme la cheminée et au-dessous de l'appareil à chauffer l'air; par cette ouverture on introduit d'abord les plaques de fonte qui doivent ensuite être chargées dans le four, et on leur fait subir ainsi un échauffement préalable ; afin que le four ne se refroidisse pas, cette ouverture est d'ailleurs fermée avec une porte de tôle : on voit donc que la partie inférieure de la cheminée remplace ici un four préparateur de chauffage, et la température est assez élevée pour que la fusion de la fonte puisse être produite quand on laisse les plaques séjourner trop longtemps.

Enfin à l'usine de Wasseralfingen on a eu le soin de ne pas donner à la cheminée du fourneau de mazéage plus de 1$^{m.}$ de hauteur au-dessus de la sole du fourneau; tandis qu'à Neu-Joachimsthal on l'a élevée de près de 2$^{m.}$ au-dessus du gueulard du haut-fourneau; on pensait que cette dernière condition était indispensable pour appeler les gaz du haut-fourneau, et déterminer une sorte de tirage, mais l'expérience faite à Wasseralfingen montre que c'est complétement inutile, qu'un tirage bien suffisant s'établit par l'action du courant

d'air forcé, et surtout par la combustion qui a lieu dans le four.

D'après M. Faber du Faur, pour un fourneau de mazéage tel que celui que je viens de décrire, ou pour un four à réverbère quelconque, il faut environ 8 mèt. cubes de gaz par minute; la pression du gaz est de peu supérieure à la pression atmosphérique, la différence est représentée par une colonne d'eau de 2 à 4 centimètres; quant à la quantité d'air nécessaire pour un pareil four, elle est au plus de $4^{m.c.},7$ par minute. J'observerai que cette quantité est inférieure à celle qui, d'après la composition chimique moyenne du gaz, serait nécessaire pour produire la combustion complète; c'est du reste ce qui doit être, autrement les flammes deviendraient oxydantes.

Description du travail.

Je passe maintenant à la description du travail.

L'ouvrier retire une plaque de fonte qui a été préalablement chauffée dans la cheminée comme je l'ai indiqué, et la porte sur la sole du fourneau dont il referme la porte : elle ne tarde pas à fondre, après quoi il en passe une autre et ainsi de suite : moyennement il charge de cette manière $5^{q.m.},25$; quand le four est réparé depuis peu de temps il n'en charge que $3^{q.m.},50$; quand au contraire il va depuis quelque temps il en charge $6^{q.m.},10$.

Cette première partie de l'opération est ce qu'on appelle la *fonte*; elle dure deux heures. Il est évident qu'on économiserait ce temps si on transportait immédiatement la fonte du creuset du haut-fourneau dans le four à réverbère, comme cela se pratique à Kœnigsbronn; mais à Wasseralfingen cela ne peut pas se faire, parce qu'on refond prin-

cipalement les jets, les brocailles, et les pièces de rebut du moulage. Lorsque le bain est parfaitement liquide, l'ouvrier enlève avec un ringard les scories qui recouvrent sa surface, et les fait tomber sur le sol de la fonderie; il entraîne nécessairement des grenailles de fonte avec elles, mais elles sont bocardées et on en retire de 6 à 44^{k} par opération; moyennement 11^{k} de fonte en grenaille. Après avoir enlevé les scories qui recouvraient la surface du bain, il jette dans le fourneau des battitures du marteau, et les scories bocardées les plus riches provenant du travail antérieur du mazéage; en poids on en met environ 1,7 p. o/o de la quantité de fonte chargée: ce sont alors ces scories riches qui produisent la purification de la fonte et oxydent la plus grande partie du carbone et des matières étrangères telles que le silicium, le phosphore et le soufre, en réduisant une quantité correspondante de fer. On aurait pu arriver au même résultat avec les scories qui recouvraient d'abord la surface du bain, mais comme elles étaient moins riches l'opération aurait duré plus longtemps.

La deuxième partie de l'opération, ou le *mazéage proprement dit*, commence quand les scories [illegible]es jetées dans le four à réverbère sont fondues et recouvrent toute la surface du bain; on donne alors le vent par les deux petites tuyères latérales, on ferme la porte du four et on abandonne à peu près l'opération à elle-même. Au bout d'un certain temps, lorsque l'ouvrier juge que la fonte doit être suffisamment purifiée, il prend un essai en coulant de la fonte dans un moule en fer, et en la plongeant ensuite dans l'eau de manière à l'étonner : il la brise avec un mar-

teau et il voit quelle structure intérieure elle présente; pour que l'opération soit terminée il faut qu'elle soit blanche un peu bronzée, qu'elle offre dans sa cassure des lamelles radiées et divergentes. Quand on veut obtenir de la fonte blanche caverneuse on peut très-bien le faire en prolongeant encore l'opération ; ainsi, pendant mon séjour à l'usine on en a obtenu qui ressemblait absolument à une éponge ; mais en général on préfère ne pas pousser si loin la décarburation, parce que cette fonte qui est ensuite travaillée dans les foyers d'affinerie se convertit trop vite en fer, et que l'ouvrier n'a pas le temps de pratiquer convenablement l'affinage; on se contente donc d'obtenir de la fonte blanche radiée un peu caverneuse.

Pour faire la coulée, l'ouvrier débouche avec son ringard le petit canal de percée, la fonte coule blanche et scintillante sur une aire formée de plaques de fonte ; on jette de l'eau dessus pendant qu'elle est encore rouge, puis elle est cassée et portée au magasin.

La durée totale d'une opération est de quatre heures. On fait moyennement 130 q. m. par semaine; on va maintenant à Wasseralfingen agrandir le four de manière à obtenir 180 q. mét.

Le tableau suivant donne les résultats par plusieurs opérations :

Fonte chargée.	Battitures et scories riches ajoutées.	Fonte mazée obtenue.
56,700 kil.	11 kil.	43,643 kil.
61,000	13,2	57,247
61,000	8,8	57,247
		Fonte mazée très-caverneuse.
61,000	17,6	48,527 kil.

A la fonte mazée obtenue il faudrait encore

ajouter les grenailles qui sont retirées par le bocardage des scories qu'on enlève de la surface du bain après la première période de l'opération ; j'ai dit que ce nombre est assez variable, et j'ai fait connaître précédemment entre quelles limites il se trouve compris.

On voit que quand on veut obtenir de la fonte blanche très-caverneuse le déchet est plus grand, qu'il faut ajouter plus de battitures et de scories riches ; enfin la durée de l'opération est aussi plus longue. Moyennement, quand on tient compte des grenailles retirées au boccard,

103 fonte donne 100$^{k.}$ fonte mazée.

Ce déchet est bien inférieur à celui qu'on obtient dans les fineries anglaises dans lesquelles il est au moins de 8 et même 10 p. o/o : ce résultat est d'autant plus remarquable qu'à Wasseralfingen on refond beaucoup de jets et de brocailles qui sont naturellement très-impurs. Quant à la fonte mazée obtenue, elle est d'une qualité tout à fait supérieure, et a déjà subi une grande purification.

Puddlage. Description du fourneau.

Ce n'est pas avec moins de succès qu'on a employé les gaz pour le puddlage, à Maria-Zell et à Wasseralfingen. En Styrie et dans le Wurtemberg, le principe est toujours le même ; il faut comme pour le fourneau de mazéage satisfaire aux trois conditions desquelles j'ai déjà parlé, seulement les dimensions des fours à puddler sont un peu différentes, ce qui prouve qu'elles n'ont rien d'absolu.

La disposition du fourneau de *Maria-Zell* est complétement donnée par la *Pl. XIII*, *fig.* 3. On voit que les gaz arrivent par un tuyau cylindrique en fonte *f* ; ce tuyau est enveloppé par un autre *f'* qui lui est concentrique et qui amène le vent chaud,

Cette disposition n'est du reste pas aussi bonne que celle employée pour le fourneau de mazéage ; car le mélange du gaz avec l'air atmosphérique ne s'opère pas aussi bien qu'avec plusieures tuyères, et la partie du jet de gaz qui est intérieure ne peut pas brûler facilement. Ce double tuyau est comme on voit taillé en biseau sous un angle de 10° de manière à ramener les gaz vers le fond du fourneau, et sa lèvre inférieure se trouve à 63 centimètres de la sole du four à puddler.

L'échauffement de l'air a lieu dans le système de conduits *g* dans lequel il se rend à sa sortie de la soufflerie ; ce n'est qu'après avoir parcouru douze fois la longueur d'un des tuyaux qu'il est lancé dans le four à puddler ; aussi sa température est-elle très-élevée : *h* est une clef qui permet de régler à volonté son introduction. Cet appareil pour le chauffage de l'air est bon, mais celui de Wasseralfingen est moins dispendieux, plus simple, et par conséquent préférable ; il dispense surtout d'avoir une cheminée élevée, ce qui comme je l'ai déjà fait remarquer est complétement inutile pour le travail du four à puddler. Quant aux dimensions de ce four ce sont absolument les mêmes que celles des fours simples employés à Neuberg en Styrie pour le puddlage au bois, et elles sont d'ailleurs données sur la *fig*. 3.

A *Wasseralfingen*, le fourneau de puddlage, qui reçoit son gaz du haut-fourneau n° 2, est monté absolument de la même manière que le fourneau de mazéage ; 7 tuyères lancent l'air dans le fourneau et le mélangent avec le gaz ; l'air s'échauffe d'ailleurs dans une caisse rectangulaire en fonte placée dans la cheminée ; enfin une ouverture pratiquée dans la paroi de cette dernière

permet de porter la fonte au rouge blanc avant de l'introduire dans le four à puddler : les dimensions principales du four sont données par le dessin, *fig.* 10.

Je ferai une seule observation, c'est que, comme le mélange d'air et de gaz est lancé avec assez de force dans l'intérieur du fourneau, à cause de l'action de la machine soufflante, il sort par la petite porte de travail du four à puddler un jet de flamme ayant 30 à 50 centimètres de longueur qui empêcherait l'ouvrier puddleur d'exécuter facilement son travail déjà si pénible ; aussi, pour remédier à cet inconvénient, a-t-on soin de faire arriver un filet d'air par un petit tuyau en fonte qui va en s'évasant et débouche devant la porte de travail : cela suffit pour refouler les gaz dans l'intérieur du fourneau et permettre à l'ouvrier de travailler sans être incommodé. Pour le fourneau de mazéage, une pareille précaution n'était pas nécessaire, parce que l'ouvrier n'est pas, à beaucoup près, toujours occupé, et qu'il peut, au moyen d'un long ringard, exécuter facilement son travail qui consiste principalement à brasser la matière.

En comparant le fourneau de puddlage de Maria-Zell avec celui de Vasseralfingen, l'avantage reste, ce me semble, de beaucoup à ce dernier : j'ai déjà fait remarquer que le mélange de l'air avec le gaz se fait mieux, que l'air est échauffé à une température aussi élevée ; on peut voir de plus que la hauteur de la voûte au-dessus des deux ponts et de la sole étant plus petite, il doit y avoir une plus grande concentration de chaleur ; enfin, l'ouverture de dégagement près du deuxième pont étant petite, les gaz ne peuvent pas sortir trop vite et perdre dans la cheminée une grande partie

de la chaleur qu'ils développent par leur combustion, comme cela doit avoir lieu à Maria-Zell.

Description du travail.

Quant au travail même du four à puddler, il ne présente rien d'extraordinaire ; après avoir laissé chauffer pendant une demi-heure ou une heure les morceaux de fonte dans la cheminée, on les charge dans le fourneau ; en une fois on traite environ 150 kil. auxquels on ajoute 13 à 18 kil. de battitures de marteau et de scories riches bocardées retirées de dessus la surface du *veiseisen* dans le travail du mazéage ; moyennement on en met 0,1 du poids de la fonte chargée ; quelquefois aussi on ajoute $\frac{1}{2}$ ou $\frac{1}{3}$ p. 0/0 d'oxyde de manganèse, ce qui facilite l'opération et abrége sa durée ; on suit également cette pratique pour le mazéage quand on peut se procurer du peroxyde de manganèse à bon marché.

Il faut 2 heures à 2 heures $\frac{1}{2}$ pour puddler de la fonte grise ; quand on travaille de la fonte mazée 1 $\frac{3}{4}$ heure à 2 heures suffisent généralement ; dans le premier cas, on donne à la voûte une hauteur de 43 centimètres ; dans le second, au contraire, on a reconnu qu'il est bon qu'elle soit un peu moindre et seulement de 34 centimètres.

On se rendra compte de cette différence en observant qu'il est nécessaire pour tout affinage que les matières restent pendant quelque temps sur la sole simplement désagrégées et en quelque sorte à un état sableux ; or, comme la fonte grise est plus liquide que la blanche, bien qu'elle soit plus difficilement fusible, on conçoit qu'il sera bon pour son puddlage d'augmenter la hauteur de la voûte ou de diminuer la température sur la sole, afin d'éviter de l'amener rapidement à un trop grand état de liquidité.

On forme ordinairement 6 loupes qui sont battues sous le marteau de cinglage, et on peut fabriquer ainsi 130 q. m. de fer puddlé par semaine; généralement les consommations sont comme il suit :

104 fonte rend 100 fer puddlé.

Ce résultat est extrêmement remarquable, si on observe que la fonte puddlée est grise; j'ai même vu pratiquer des opérations dans lesquelles on a retiré autant et plus de fer puddlé qu'on n'avait chargé de fonte, ce qui tient à ce que la réduction des scories riches ajoutées pour le travail, et celle des scories qui forment la sole, ont compensé la perte qui doit nécessairement avoir lieu quand on convertit la fonte en fer : ce résultat a été observé du reste à Maria-Zell aussi bien qu'à Wasseralfingen; on voit donc qu'un des caractères de cette méthode de puddlage avec les gaz est de donner un déchet très-faible.

Réchauffage. Description du fourneau.

A Wasseralfingen, les lopins qui ont été obtenus par le travail du four à puddler sont envoyés dans un four à réchauffer qui reçoit son gaz du haut-fourneau n° 2, puis ils sont travaillés sous un marteau ordinaire et ne pesant que 120 kil.

Le four à réchauffer est construit absolument d'après les mêmes principes que les fours précédents, et la *fig.* 11 donne ses dimensions qui, comme on le voit, sont beaucoup plus petites que celles des fours de puddlage et de mazéage, afin qu'on ait une grande concentration de chaleur.

Description du travail.

Avec ce fourneau, on réchauffe 165 q. m. de fer par semaine. Les lopins sont d'abord placés dans le four préparateur pratiqué dans l'intérieur de la cheminée, puis portés dans le four à réchauffer lui-même; ensuite ils sont saisis avec des pinces

et travaillés au marteau. On conçoit que cette méthode est défectueuse et qu'un déchet considérable par oxydation doit avoir lieu dans ce travail au marteau qui se prolonge très-longtemps parce que le marteau employé est petit : aussi jusqu'à présent le déchet a été au moins de 18 p. 100 et moyennement :

121 fer puddlé ont donné 100 fer en barres.

Le fer en barres obtenu est du reste de bonne qualité ; c'est un fer fort et dur.

Nouveau système d'après lequel doit maintenant être construite une usine à fer.

Le procédé qui a été suivi jusqu'à présent à Wasseralfingen pour la fabrication du fer, n'a été pour ainsi dire qu'un procédé d'essai que le manque de force motrice a forcé de pratiquer comme je l'ai indiqué ; maintenant que l'expérience a prononcé et a donné les résultats les plus satisfaisants, on doit, ce me semble, construire les usines à fer d'après un système entièrement nouveau. Les *forges dans lesquelles on fabrique et on travaille le fer doivent être réunies aux fonderies dans lesquelles on obtient la fonte*, et voici à peu près quelle disposition générale on peut adopter. (Voir *fig.* 1, *Pl. XIV.*)

a est le haut-fourneau ou les hauts-fourneaux s'il y en a plusieurs.

b est la halle de fonderie et l'atelier des sableurs.

c est la machine soufflante qui donne le vent pour les hauts-fourneaux et les fours à réverbère.

d sont les fours à puddler alimentés au moyen du gaz des hauts-fourneaux dans lesquels on traite les jets, les brocailles, les pièces de rebut de la fonderie ainsi que la fonte en gueuse. Il sera convenable et économique d'employer des fours à puddler doubles tels

que ceux desquels on se sert dans la méthode champenoise.

e est une presse ou un marteau de cinglage sous lequel sont envoyées les loupes à leur sortie des fours à puddler.

f est le train de laminoirs dégrossisseurs dans lequel on fait passer la loupe après en avoir exprimé les laitiers.

g sont les cisailles qui servent à couper les barreaux obtenus dans le travail précédent; on les réunit en trousses et on les passe dans le four à réchauffer *h* alimenté par les gaz du haut-fourneau.

i est le train de laminoirs fabricateurs qui sert à obtenir le fer en barres et dans lequel sont passées les trousses qui sortent du four à réchauffer.

Enfin *k* est le cours d'eau ou la machine à vapeur qui doit donner le mouvement à la machine soufflante, aux trains de laminoirs, etc.

Quand on emploiera une machine à vapeur, il conviendra de la chauffer avec les gaz pris au gueulard du haut-fourneau qu'on appellera sous la chaudière au moyen d'une cheminée de tirage; il en résultera une grande économie de combustible, sans que pour cela l'allure du haut-fourneau puisse en souffrir, puisque autrement ces gaz se perdraient en brûlant dans l'atmosphère.

Plusieurs grandes usines sont exécutées en ce moment d'après ce nouveau système sur lequel Wasseralfingen lui-même doit être reconstruit; les *fig.* 2, 3, 4, *Pl. XIV*, représentent la presse qu'on veut y établir pour comprimer les loupes à leur sortie du four à puddler et en exprimer complétement les laitiers.

On conçoit qu'il n'arrivera pas toujours qu'on aura à côté des hauts-fourneaux un cours d'eau assez puissant pour manœuvrer tous les appareils précédents, et surtout les trains de laminoirs; d'ailleurs, l'établissement de machines à vapeur est souvent très-dispendieux; mais en tout cas, on devra, à côté du haut-fourneau, établir une presse ou un marteau de cinglage, et livrer le fer puddlé en lopins comme produit marchand aux usines qui peuvent disposer d'une grande force motrice.

Si le cours d'eau était trop faible pour qu'il pût servir à manœuvrer le marteau ou la presse, on devrait alors avoir recours à une machine à vapeur dont on pourrait facilement chauffer la chaudière sans dépense de combustible au moyen des flammes qui se dégagent de la partie supérieure du gueulard; dans tous les cas, enfin, on pourra établir à côté du haut-fourneau un four à réverbère de mazéage qui livrera pour les foyers d'affinerie une fonte déjà très-purifiée et dont le travail se fera avec une grande économie de charbon.

On est naturellement conduit à se demander si un haut-fourneau pourra donner les gaz nécessaires pour puddler toute la fonte qu'il produit; or, comme un four à puddler travaille facilement 18 q. m. de fonte grise en 24 heures, et que la production d'un haut-fourneau tel que celui de Wasseralfingen, est de 50 q. m., on voit qu'avec trois fours à puddler, mieux encore avec un four double et un simple, on pourra très-aisément convertir toute la fonte en fer puddlé; mais sera-t-il possible de prendre constamment les gaz nécessaires pour ces fours, sans déranger l'allure

du fourneau et sans augmenter la quantité de charbon?

Il me semble que les expériences faites jusqu'à présent autorisent en général à résoudre la question d'une manière affirmative; car à Wasseralfingen on a pu prendre les gaz pour deux fours à réverbère sans que le haut-fourneau éprouvât le moindre dérangement; indubitablement il en eût été de même si on eût remplacé l'un des fours à puddler simples par un four double, parce qu'à leur sortie du four à réverbère les gaz ne sont pas à beaucoup près entièrement brûlés, et on a même le projet de les employer au chauffage d'une machine à vapeur.

Si on suppose qu'il s'agit d'un haut-fourneau au charbon de bois ayant une production ordinaire, c'est-à-dire de 30 q. m., un four à puddler double de la méthode champenoise, permettra de puddler facilement la totalité de la fonte produite, et lorsque les appareils seront bien construits, il ne sera pas nécessaire d'augmenter la quantité du charbon. Pour se rendre compte de ce résultat, il faut observer que si la chaleur sensible du gaz sert à élever la température du charbon et du minerai, à chasser l'eau combinée à l'oxyde de fer et aux gangues, ce ne sont pas les gaz seuls qui produisent ces effets; car l'échauffement des charges, à mesure qu'elles descendent, a lieu aussi par le contact contre les parois du fourneau, qui sont même à la température rouge près de la prise de gaz, et enfin par le contact avec les charges inférieures.

Mais la quantité de gaz qu'on peut prendre à un haut-fourneau sans changer son allure, a évidemment ses limites, et si on voulait encore ali-

menter un four à réchauffer pour convertir en fer les lopins de fer puddlé, il est très-probable qu'on serait obligé, en général, d'augmenter la charge en charbon. Je pense qu'il sera préférable, ou bien de puddler, soit une partie, soit la totalité de la fonte du haut-fourneau, et de livrer le fer puddlé comme produit marchand, ou bien de puddler seulement une partie de la fonte, et de travailler ensuite au four à réchauffer; cela dépendra évidemment des circonstances dans lesquelles se trouvera l'usine. Toutefois, je ferai remarquer que dans le cas où on voudrait convertir en fer marchand la totalité de la fonte produite, la quantité de charbon qu'il faudrait ajouter dans le haut-fourneau pour qu'il pût donner les gaz nécessaires à tous les fours à réverbère, ne serait probablement pas très-considérable, et que le fer obtenu par le procédé du gaz reviendrait encore à un prix beaucoup moins élevé que si on l'avait travaillé dans les foyers d'affinerie.

Frais de fabrication par le nouveau procédé.

On peut se proposer de déterminer quels seront les frais de fabrication du fer en barres par le nouveau procédé des gaz : pour les évaluer approximativement, j'observe que dans tout procédé d'affinage de la fonte, les *frais spéciaux* sont ceux qui résultent de la dépense, 1° de *combustible*, 2° *de fonte*, 3° *de main-d'œuvre*.

1° Je m'occupe d'abord de la dépense en *combustible*; dans le nouveau procédé, elle doit être nulle ou presque nulle, puisqu'on affine avec des gaz pris dans le haut-fourneau, et qu'il n'est généralement pas nécessaire d'augmenter la quantité de charbon; j'observe, en effet, que sur les quatre hauts-fourneaux desquels j'ai parlé, trois ont conservé la même allure malgré la prise de gaz, et

que dans un seul, celui de Neu-Joachimsthal, il y a eu une augmentation de charbon qui a été au maximum de 19 k. par quintal de fonte. Cette différence présentée par le haut-fourneau de Neu-Joachimsthal, n'a d'ailleurs rien qui doive surprendre, et on s'en rendra compte en observant que la consommation en charbon était très-faible, et en quelque sorte une consommation limite, eu égard à la nature et à la richesse des minerais, puisque pour 1 q. m.

de fonte il fallait :	$0^{st},70$	119 k. charbon,
tandisque moyennement pour les trois autres, on a :	1,02	153 charbon.

En outre, la production est assez faible, seulement de 28 q. m. par 24 heures, tandisqu'à Maria-Zell elle est de 36 q. m., et à Wasseralfingen de 50; comme toutes choses égales, la quantité de gaz dégagée est proportionnelle à la production journalière, on conçoit très-bien pourquoi la prise de gaz à Neu-Joachimsthal a nécessité une augmentation de charbon; il me semble que cela devra surtout avoir lieu quand on appliquera l'appareil de Wasseralfingen à des hauts-fourneaux qui consomment très-peu de charbon et ont une faible production.

Pour ne pas arriver à des bénéfices qui paraîtraient pour ainsi dire incroyables, je supposerai d'abord le cas le plus défavorable, celui où la consommation en charbon, dans le haut-fourneau, a augmenté de 19 k. par quintal de fonte, par suite de l'établissement d'un four à puddler : le haut-fourneau produisant 28 q. m. par 24 heures, et le four à puddler environ 21 q. m., il en résultera une dépense de 25 k. de charbon par q. m.

de fer puddlé; en admettant en outre une dépense égale pour le four à réchauffer, 1 quintal métrique de fer en barres demanderait par le procédé du gaz 50 k. de charbon, donc :

Dépense en combustible,

50 kil. charbon, à 7 fr. 50 le quintal mét. 3 fr. 75.

2°) Quant à la consommation en *fonte*, on a vu qu'elle est très-faible dans le puddlage; dans le réchauffage, au contraire, elle est assez considérable; il me semble toutefois que cela tient surtout à l'imperfection des appareils que l'usine de Wasseralfingen avait à sa disposition pour la fabrication du fer; car, à leur sortie du four à réchauffer, les lopins étaient travaillés sous un petit marteau, et, l'opération du martelage durant longtemps, un grand déchet devait nécessairement avoir lieu par oxydation; mais si on suppose ce marteau remplacé par des laminoirs, et l'usine construite sur le plan que j'ai indiqué précédemment, il y a lieu de croire que le déchet sur le travail du fer puddlé devra diminuer, car on sait qu'il est très-faible dans le travail même des cylindres. Quoi qu'il en soit, comme je n'ai pas encore eu l'occasion de le vérifier par l'expérience, j'adopte le chiffre du déchet qu'on a maintenant à Wasseralfingen, et je trouve qu'il est encore bien inférieur à celui de la plupart des méthodes d'affinage; puisque moyennement 125 fonte rend 100 fer en barres.

Par conséquent on a :

Dépense en fonte,

125 fonte, à 15 fr. le quintal... 18 fr. 75.

3°) Enfin il reste à évaluer les frais *de main-d'œuvre*; or, en supposant le travail organisé dans

l'usine comme je l'ai indiqué, les ouvriers occupés au marteau, aux cisailles, aux laminoirs seront en même nombre que dans une usine montée à l'anglaise; seulement à chacun des fours à puddler et à réchauffer, on aura le chargeur de moins; il résulte de là qu'il faudra environ 0,50 journée pour 1 q. m. de fer en barres.

Dépense en main-d'œuvre.

0,50 journée, à 2 fr.... 1 fr.

Réunissant maintenant les trois nombres qui constituent les frais spéciaux, on trouve, après avoir admis les circonstances les plus défavorables :

Frais spéciaux pour 1 q. m. fer. . . 23f,50.

Quant aux *frais généraux* pour une usine organisée d'après le nouveau système, et fabriquant le fer au gaz, ils seront à peu près les mêmes que pour une forge anglaise travaillant dans les mêmes circonstances : si on a égard aux frais de premier établissement, on voit qu'on aura l'avantage de réunir les fours à réverbère et le haut-fourneau sous le même bâtiment, ce qui diminuera de beaucoup les frais d'entretien, et aussi ceux de surveillance et de direction : il faudra, il est vrai, augmenter la machine soufflante de manière à ce qu'elle puisse donner le vent pour les fours de puddlage et de réchauffage; mais si on admet qu'elle est à cylindre et rend 0,60 d'effet utile, il suffira de trois chevaux-vapeur de force motrice par four, et par conséquent la dépense ne compensera pas à beaucoup près les avantages que je viens de signaler pour le procédé du gaz : on peut donc admettre que pour ce procédé les *frais généraux*

seront *inférieurs* ou au plus *égaux* à ceux d'une usine à l'anglaise travaillant dans les mêmes circonstances.

Au moyen de ce qui précède, quand on voudra établir dans une certaine localité une usine fabriquant le fer au gaz, il sera facile de calculer, à l'aide des prix élémentaires, quel sera le prix de revient du quintal métrique de fer en barres, en prenant ensuite la différence avec le prix de vente on obtiendra le bénéfice net.

Les avantages qui résultent de l'emploi du gaz des hauts-fourneaux pour la fabrication du fer sont trop évidents pour qu'il soit nécessaire d'y insister plus longtemps; on voit en effet qu'en prenant les circonstances les plus *défavorables*, le prix de revient du fer serait encore bien inférieur à ce qu'il est par une méthode quelconque d'affinage. Cependant, pour se faire une juste idée des avantages que présente le nouveau procédé du gaz, il ne me semble pas inutile de le rapprocher des principales méthodes que nous employons en France.

Comparaison avec la méthode champenoise.

Je prends pour exemple la *méthode champenoise* : la comparaison sera d'autant plus facile qu'il y a la plus grande analogie entre les deux procédés; seulement, dans un cas, le combustible est le gaz du haut-fourneau, dans l'autre, au contraire, le combustible est de la houille; les frais généraux peuvent d'ailleurs, ainsi que dans une usine à l'anglaise, être considérés comme étant à peu près les mêmes, en sorte qu'il suffit de comparer les frais spéciaux.

Or, pour une forge champenoise, travaillant dans des circonstances moyennes, les frais spéciaux peuvent s'évaluer à peu près comme il suit :

Pour 1 quintal mét. de fer en barres :

1° Houille. {Puddlage. 77 kil. / Étirage. . 61}	138 kil.	à	5 fr.	6f,90
2° Fonte.	137	à	15	20,55
3° Main-d'œuvre.	0,56 journée	à	2	1,12
Frais spéciaux pour une forge champenoise.				28f,57

Si on rapproche cette somme de celle qu'on obtient par le procédé des gaz, on a une différence de 5 fr. 7 c. : par conséquent on voit qu'en supposant les circonstances les plus défavorables que l'expérience ait signalées jusqu'ici, et en ne tenant pas compte des perfectionnements qu'on obtiendrait nécessairement en montant l'usine comme je l'ai indiqué précédemment, le prix de revient du quintal métrique de fer en barres serait encore notablement inférieur au prix de fabrication dans la plus grande partie de la Champagne.

Si maintenant on admet que l'allure du haut-fourneau n'ait pas été dérangée par l'établissement des fours à réverbère, comme cela a eu lieu dans la plupart des cas, on a entre les prix de revient une différence de 8 fr. 82 c. : par conséquent on voit qu'on peut espérer que, pour une usine au gaz travaillant dans les circonstances que j'ai supposées, le bénéfice serait supérieur de

8 fr. à 9 fr.

à celui qu'on obtient dans des forges champenoises qui sont dans des circonstances moyennes.

Ces chiffres, qui ne sont certainement pas exagérés, parlent assez d'eux-mêmes, et montrent quel doit être l'avenir du nouveau procédé.

Comparaison avec les foyers d'affinerie.

D'après ce qui précède, il est aisé de voir combien le procédé du gaz est supérieur aux foyers d'affinerie même les plus perfectionnés; car en général, à moins que le charbon ne soit peu coûteux, le prix de revient du quintal métrique de fer est plus élevé que dans les forges où on travaille à la houille, et par conséquent, à plus forte raison, le sera-t-il plus que le prix de revient du fer obtenu au gaz. L'économie a lieu à la fois sur tous les éléments de prix de fabrication; si, par exemple, on prend la *méthode comtoise*, l'une des plus répandues en France, on a pour consommations :

Charbon.	140 kil.
Fonte.	135
Main-d'œuvre.	0,84 journée.

et chacun de ces termes qui composent les frais spéciaux a diminué ou même a complétement disparu dans la méthode d'affinage au moyen du gaz.

Il est inutile, ce me semble, de s'arrêter plus longtemps à faire ressortir des avantages qui sont évidents et incontestables lorsqu'on songe que ces gaz qu'on peut employer maintenant à la fabrication du fer, étaient perdus autrefois; cette méthode me paraît avoir devant elle le plus bel avenir, *et les fours à puddler au gaz, devenus le complément indispensable de tous les hauts-fourneaux, finiront peu à peu par remplacer les anciers foyers d'affinerie*; la révolution sera peut-être lente, de même que toutes celles qui se font en industrie, mais elle est inévitable et doit nécessairement s'opérer.

Généralisation du principe de l'emploi du gaz.

Une fois qu'on avait conçu et réalisé l'idée de se servir des gaz des hauts-fourneaux pour la fabrication du fer, en la généralisant, on était naturel-

lement conduit à l'appliquer aux appareils métallurgiques du même genre; c'est ce qui a été tenté en Angleterre pour les *cubilots*, et l'expérience a été couronnée de succès : on a reconnu qu'un cubilot marchant au coke peut donner assez de gaz pour alimenter un fourneau de mazéage.

A Wasseralfingen, on va maintenant faire un essai analogue sur un *cubilot* au charbon de bois; l'appareil était construit lors de mon séjour à l'usine, mais n'avait pas encore été mis à feu : je vais ici en donner la description.

Le cubilot qui a 258 cent. de haut (*Pl. XIV, fig.* 5), reçoit le vent par un ventilateur; afin d'empêcher que les gaz combustibles ne se dégagent trop facilement, à 0,22 de sa hauteur totale, sa largeur diminue, et il présente une espèce d'étranglement; en outre, avec le registre *d*, on peut fermer son gueulard et forcer les gaz à se rendre dans le fourneau de mazéage qui doit être alimenté par le cubilot. Les gaz sont pris par des ouvertures dont le centre se trouve à 0,33, c'est-à-dire au tiers de la hauteur totale; ils se rendent dans un canal en fonte *a*, qui règne autour du cubilot, et de là ils vont dans le conduit *b* qui les amène au fourneau de mazéage : *c* est d'ailleurs un registre qui permet au besoin de nettoyer le canal *a* : le croquis *fig.* 5 joint à cette description donne les dimensions des diverses parties de l'appareil, et achève de faire voir comment il est disposé.

Il est évident que puisqu'on est parvenu à utiliser les gaz pour le puddlage de la fonte, dans les hauts-fourneaux proprement dits et les cubilots, qui sont les deux termes extrêmes dans la série des appareils métallurgiques à courant d'air forcé,

on pourra tenter l'expérience avec certitude de succès pour tous les termes intermédiaires, et par conséquent pour les *demi-hauts-fourneaux*, les *blauofen*, les *stuckofen*, etc.

Enfin les gaz perdus dans les demi-hauts-fourneaux qui servent au travail du cuivre et des autres métaux pourraient probablement, dans un grand nombre de cas, être employés à divers usages métallurgiques, tels que le chauffage de l'air lancé dans ces fourneaux, la calcination de minerai, etc. J'ai eu l'occasion de voir quelques applications de ce genre, pendant mon voyage en Allemagne. Il faut seulement observer qu'on ne pourrait plus purifier ou affiner la fonte, à cause du dégagement de vapeurs sulfureuses arsenicales ou plombifères qui accompagnent toujours les gaz en quantité plus ou moins grande, et même, dans un très-grand nombre de cas, la combustion de ces gaz serait tout à fait impossible.

Généralisation du principe d'après lequel sont construits les fours à réverbère alimentés par les gaz.

Enfin, en généralisant à son tour le procédé suivi pour la combustion du gaz des hauts-fourneaux, on sera conduit à substituer, dans un grand nombre de cas, la combustion des gaz à celle des solides : souvent cela pourra être très-avantageux et permettra d'utiliser pour la fabrication du fer des combustibles qu'on n'a pu jusqu'à présent employer pour cet usage, soit parce qu'ils sont trop secs, soit parce que leur teneur en cendres est trop grande : ainsi on pourrait brûler de cette manière les anthracites, les houilles sèches, et aussi toutes les houilles qui renferment une grande proportion de cendres, les lignites, les tourbes de mauvaise qualité et même le fraisil provenant du déchet des halles.

Depuis plusieurs années M. Faber du Faur s'occupe avec persévérance de recherches à cet égard : il est parvenu à puddler la fonte avec de la houille ou de la tourbe de très-mauvaise qualité, et qu'il était impossible d'employer dans les fours ordinaires : pour cela il fait arriver de la vapeur d'eau sur le combustible incandescent, et il brûle le gaz obtenu par un courant d'air forcé et chaud. Il paraît qu'on doit établir des fours à puddler d'après ce nouveau système dans l'usine de Laura Hütte, la plus importante de toute la Silésie, qui n'a à sa disposition qu'une houille très-sèche et renfermant une énorme proportion de cendres : je ne connais pas avec détail la disposition employée par M. Faber du Faur, mais en tout cas on pourrait adopter celle proposée par M. Ebelmen, qui a entrepris des expériences sur le même sujet à l'usine d'Audincourt, et obtenu des résultats très-satisfaisants.

Infatigable dans ses recherches, M. Faber du Faur va encore leur donner une direction nouvelle : comme je l'ai fait remarquer, la quantité d'air lancée dans les fours à réverbère de mazéage, de puddlage et de réchauffage, est inférieure à celle nécessaire pour brûler complétement le gaz qui, pendant le même temps, arrive du haut-fourneau ; par conséquent à sa sortie du four à réverbère, le gaz doit contenir encore des matières combustibles, qu'il faudrait utiliser pour donner au nouvel appareil toute la perfection possible ; M. Faber du Faur se propose de faire arriver la flamme immédiatement à la sortie du four à réverbère sous la chaudière d'une machine à vapeur, et là de brûler complétement le gaz : la force mo-

trice de cette machine à vapeur serait d'ailleurs très-utile à l'usine de Wasseralfingen, qui n'a à sa disposition qu'un faible cours d'eau.

Pour des fours à réverbère ordinaires, l'expérience a déjà été tentée en France par MM. Bineau, Eugène Flachat, Cavé, et elle a été couronnée d'un plein succès; ainsi aux forges d'Abainville, avec la chaleur perdue de deux fours, on est parvenu à produire toute la vapeur nécessaire à une machine de 100 chevaux. Il ne me semble pas douteux que pour des fours à réverbère au gaz, on n'obtienne des résultats tout aussi remarquables, en employant une disposition analogue à celle qui a été adoptée dans nos usines de France; cette opinion a d'ailleurs pour elle l'autorité et la haute expérience de M. Faber du Faur.

DESCRIPTION

Du traitement du cuivre par cémentation, pratiqué à l'usine de Stadtberg, dans la Westphalie ;

Par M. Achille DELESSE, Élève-Ingénieur des mines.

Au temps de la conquête française, la Westphalie et la principauté de Waldeck comptaient plusieurs usines à cuivre situées aux environs de Frankenberg, dans lesquelles on traitait par *voie sèche* ou par *fusion* des minerais très-pauvres. Un bas prix pour le combustible était la condition d'existence de ces usines; aussi, lorsque le prix du charbon alla successivement en augmentant jusqu'à devenir, comme il l'est maintenant, quadruple environ de ce qu'il était en 1815, on les vit suspendre peu à peu leur fabrication et enfin disparaître. Depuis, elles ont été remplacées à Stadtberg par une usine très-remarquable dans laquelle on évite autant que possible l'emploi devenu si dispendieux du combustible, en traitant les mêmes minerais ou d'autres encore plus pauvres qu'autrefois, par *voie humide* ou par *cémentation.*

La bienveillance avec laquelle j'ai été accueilli par MM. les propriétaires de cette usine, pendant que je parcourais la Westphalie pour en faire la carte métallurgique, m'a permis d'étudier ce nouveau procédé avec quelques détails, et je vais essayer d'en donner une description. Pour nous, en France, cette description me paraît avoir d'autant plus d'intérêt, que certains minerais de cuivre assez pauvres qu'il a fallu renoncer à traiter par

fusion paraissent pouvoir être traités par cémentation, et que les essais tentés jusqu'à présent dans cette voie par nos industriels n'ont pas été couronnés de succès.

Position géologique des minerais de Stadtberg.

Avant de faire part du résultat de mes observations sur le procédé de Stadtberg, je crois qu'il est nécessaire d'entrer dans quelques détails sur la nature et sur la position géologique des minerais. On distingue à l'usine trois sortes de minerais : 1° le *Kupferschiefer*; 2° le *Kupfersanderz*; 3° le *minerai du Kieselschiefer* :

Je vais les examiner successivement.

1° Kupferschiefer.

1° Le Kupferschiefer appartient à la formation qui porte son nom et qu'on appelle aussi *Zechstein*, *calcaire pénéen* ou *métallifère* : cette formation, qui dans tout le reste de l'Allemagne est si bien réglée et présente surtout pour les couches inférieures une épaisseur à peu près constante sur de très-grandes étendues, offre à Stadtberg une anomalie remarquable. La couche de schiste cuivreux, qui ordinairement a 0^m,32 d'épaisseur, se subdivise en une trentaine de petites couches qui sont répandues irrégulièrement dans le Zechstein, et dont l'épaisseur varie de 0^m,02 à 0^m,08 : l'espace occupé par ces couches a d'ailleurs au plus 3 mètres de puissance. Le schiste est très-peu bitumineux, il a seulement une couleur brune; il est rempli de paillettes de mica d'un éclat argenté; les minerais de cuivre qu'il renferme sont principalement le carbonate vert et bleu, et souvent aussi le sulfure ou la pyrite disséminés dans sa masse en parties indiscernables.

Le *Zechstein* a environ 10 mètres d'épaisseur; perpendiculairement à la direction, il est traversé par de petits filons dont l'intérieur présente des

druses tapissées de chaux carbonatée très-bien cristallisée, et aussi de divers minéraux de cuivre tels que le carbonate, le sulfure noir et la pyrite. Au-dessus vient le *Stinkstein* ou calcaire puant; il est bitumineux et noirâtre quand on le sort de la mine; mais par l'exposition à l'air, il se décompose et devient brun rouge; sa mauvaise odeur ne se développe que quand il est frotté. Enfin on a la *Raukalk* ou dolomie pénéenne, qui est de beaucoup la couche la plus considérable de la formation; elle se présente avec la forme distinctive et cariée; quelquefois elle est colorée en noir brun par des parties bitumineuses, quelquefois elle passe à une espèce de marne. Dans certains endroits, on trouve une brèche formée de morceaux de Raukalk à angles très-aigus qui ont été réunis par un ciment poreux qui du reste est tantôt calcaire, tantôt argileux. A la partie supérieure de la formation, on a du gypse enveloppé dans des argiles bleues et violettes, qui est en quantité assez considérable pour être exploité.

Les fossiles qu'on trouve dans cette partie de la formation du Kupferschiefer sont le *productus aculeatus*, plus rarement le *productus rugosus*, plus rarement encore les *terebratulites*. On rencontre un grand nombre d'empreintes de plantes dans lesquelles la matière qui composait la plante a été remplacée par des minerais de cuivre; quelquefois aussi elle a été convertie en anthracite. On voit, d'après ce qui précède, qu'il existe une différence assez notable entre la formation du *Kupferschiefer* de Stadtberg et celle du nord de l'Allemagne : ainsi la couche des *asche* manque, la brèche de *Raukalk* ne se trouve pas toujours; le *Stinkstein* est au-dessous de la *Raukalk*, au

lieu d'être au-dessus, et le minerai de cuivre, au lieu de former une couche réglée, est disséminé en une multitude de petites couches répandues dans le *Zechstein*.

2° Kupfersanderz. Immédiatement au-dessus du Kupferschiefer vient le nouveau grès rouge qui se montre très-fréquemment aux environs : on le distingue en deux groupes; l'un inférieur coloré en rouge contient un sable à petit grain ayant beaucoup de paillettes de mica; l'autre supérieur forme de grands bancs donnant une très-bonne pierre de taille. C'est dans ce grès que se trouve le *Kupfersanderz*, qui est un carbonate de cuivre vert ou bleu d'une richesse de 1 à 4 $\frac{0}{0}$, et qui est aussi un peu argentifère : il forme des couches horizontales ayant environ $0^m,32$ de puissance qui, le plus ordinairement, se trouvent à une petite profondeur au-dessus de la surface du sol; mais elles sont très-irrégulières et manquent en plusieurs endroits.

3° Minerai du Kieselschiefer. Quant à la troisième espèce de minerai, elle est d'une nature toute particulière; près de Stadtberg, le Zechstein qui offre, comme je l'ai dit, le Kupferschiefer répandu en couches minces et nombreuses, est traversé par trois filons de Kieselschiefer qui le rejettent toujours plus bas. Deux des filons qui coupent le Zechstein sont parallèles; le troisième rencontre les deux autres : l'exploitation se fait principalement dans l'un d'eux qui offre du minerai d'une richesse plus grande; elle a lieu par un système de galeries horizontales percées suivant la direction des filons. (Voir *fig.* 1, *Pl. XV*.) Le Kieselschiefer se présente sous des états assez différents; le plus ordinairement il est dur et résiste au marteau, quoique dans un sens il se laisse assez facilement diviser en plaquettes; quelquefois aussi

il a subi comme une décomposition et il s'approche d'une matière argileuse. Le minerai de cuivre qui s'y trouve répandu consiste principalement en cuivre carbonaté vert et bleu d'une richesse de 1 à 10 p. 0/0; on y rencontre cependant aussi du sulfure, de la pyrite ou même du silicate de cuivre.

Telles sont les diverses espèces de minerai qui se trouvent aux environs de Stadtberg; moyennement on peut admettre qu'il coûte 1f,26 rendu à l'usine.

Personnel.

Le personnel de l'usine se compose d'un directeur, d'un sous-directeur, d'un surveillant, de 24 ouvriers, de 8 laveurs, et de 6 enfants pour casser et trier le minerai : il y a en outre pour les mines un steiger et 68 mineurs.

Matériel. Plan général de l'usine.

Quant au matériel, il doit être tel qu'on puisse à volonté traiter les minerais par *cémentation* ou par *fusion*; la disposition générale est représentée par le croquis *fig. 2, Pl. XV*, qu'on comprendra facilement à l'aide de la légende qui suit :

Appareils et matières premières servant pour le travail par cémentation ou par fusion.

α Minerais. — *β* Local pour le triage de ces minerais. — *γ* Trommel mu par la roue de la soufflerie, dans lequel on fait le lavage. — *δ* Roue motrice et machine soufflante. — *ε* Halle pour la houille, le coke et le charbon. — *ζ* Magasin pour le cuivre et le sulfate de fer; logement pour quelques ouvriers, bureaux, etc.

1° *Appareils pour le travail par cémentation.*

a Cornues. — *b* Chaudière à vapeur. — *c* Cases d'attaque. — *d* Pompes en plomb. — *e* Caisse dans laquelle se rend le sulfate de cuivre à sa

sortie des cases c. — e' Caisse à précipitation. — e'' Caisse au-dessus de laquelle on laisse égoutter le cément. — f Chaudières d'évaporation. — g Caisses de cristallisation pour le sulfate de fer. — h Tonneaux pour le lavage. — i Caisses à tombeau. — k Caisse de réception des eaux de lavage. — l Réservoir. — m Presse pour le cuivre de cément. — n Fours à réverbère pour refondre le cuivre de cément.

2° *Appareils pour le travail par fusion.*

a Fourneau à manche. — p Petit foyer pour le raffinage du cuivre noir qui sert également pour le cuivre de cément.

Traitement par cémentation.

Je vais maintenant faire connaître avec détail le procédé qui est suivi à Stadtberg pour le traitement du cuivre par *cémentation*. Il consiste *à faire arriver sur les minerais des vapeurs acides qui décomposent le carbonate de cuivre et le transforment en sulfate ; le sulfate dissous est traité par le fer qui en précipite le cuivre ; ce cuivre de cément est ensuite fondu dans un fourneau à réverbère, puis affiné au petit foyer.*

Conditions auxquelles doivent satisfaire les minerais pour être traités par cémentation.

Quoique la théorie de l'opération soit fort simple, quand il faut en venir à l'exécution, on rencontre de très-grandes difficultés qui toutes ont été admirablement vaincues à Stadtberg. La première question dont la solution se présente est celle-ci : quels seront les minerais qu'il faudra soumettre au traitement par cémentation ? Tous ne sont évidemment pas propres à subir ce mode de traitement, et ils doivent satisfaire à certaines conditions. D'abord il faudra que le minerai soit du cuivre carbonaté, par conséquent on devra trier tous les morceaux qui contiendront du sulfure et de la pyrite de cuivre : ce triage est exé-

cuté à l'usine par des enfants dans le corps de bâtiment 6.

Cette première condition est nécessaire, mais elle n'est pas suffisante, car si on prend par exemple le Kupferschiefer qui renferme principalement du carbonate de cuivre, comme d'après la nature de son gisement il est accompagné de beaucoup de carbonate de chaux, les vapeurs d'acide sulfurique le décomposeront en même temps et donneront du sulfate de chaux qui, se mêlant au sulfate de cuivre et entraînant de l'argile avec lui, formera une sorte de boue de laquelle il sera très-difficile de précipiter le cuivre : en outre, il serait impossible de faire cristalliser le sulfate de fer qui se trouve dans les eaux-mères et dont la préparation, bien qu'elle ne soit qu'accessoire, forme un des grands avantages du procédé : ainsi le Kupferschiefer ne peut être employé, et en général il faut que le minerai ne contienne ni calcaire ni argile, ou du moins seulement en petite quantité.

Le Kupfersanderz ne sera pas très-bon non plus, parce que le ciment qui réunit les grains de sable est souvent calcaire ou marneux, rarement argileux, et que ses grains sont d'ailleurs peu agglutinés. Il reste donc le minerai de filon qui se trouve dans le Kieselschiefer, et lui, il satisfait pleinement à toutes les conditions qu'exige un minerai pour être traité par cémentation ; il a en outre l'avantage de se laisser facilement diviser en plaques minces : aussi c'est principalement lui qu'on soumet au traitement par les vapeurs d'acide sulfurique ; mais pour cela une préparation est nécessaire.

On le débourbe d'abord sur le lieu de la mine, et on le laisse pendant quelque temps ex- Préparation mécanique.

posé à l'action de l'air et de la pluie, afin qu'il perde une partie de l'argile qui l'accompagne. Après que des enfants en ont séparé le sulfure et la pyrite de cuivre en le cassant à la main avec des marteaux, on distingue le minerai en *minerai pauvre* et en *minerai riche*; le temps pendant lequel l'une ou l'autre espèce de minerai restera exposée aux vapeurs d'acide sulfurique ne devant pas être le même.

Prenant alors l'une ou l'autre espèce de minerai, il faut la diviser en morceaux d'égale grosseur; sous le rapport de la grosseur, on établit 4 divisions : d'abord les gros morceaux (1) au plus de la grosseur d'un œuf ou d'un diamètre de 6 centimètres qui sont enlevés à la main, puis lavés.

Quand on les a prélevés, ce qui reste est passé au tamis incliné, et on sépare alors les morceaux de la grosseur (4) qui ont au plus 0c.,5 de diamètre. La portion qui n'a pu traverser les mailles du tamis est mise dans un cylindre à claire-voie en fer γ, dans l'intérieur duquel règne une surface hélicoïdale; il reçoit un mouvement de rotation de la roue principale, et il est partagé en deux parties; dans la première, les barreaux sont distants de 2c.,5; dans la deuxième, de 1 cent. seulement; le minerai mis à un bout du cylindre le traverse tout entier et se divise en 3 parties; ce qui passe à travers les barreaux donne les grosseurs (2) et (3) de 2c.,5 et 1 cent.; ce qui n'a pu traverser et ressort à l'extrémité du cylindre est réuni aux gros morceaux. Ainsi le minerai est débarrassé par le lavage de l'argile qu'il pouvait encore retenir, et séparé en 4 grosseurs différentes (1), (2), (3) et (4).

Description des appareils pour le traitement par cémentation. Il faut voir maintenant comment on produit l'acide sulfurique, de quelle manière il agit sur les minerais ainsi préparés pour transformer le carbo-

nate de cuivre en sulfate, et comment on précipite le cuivre au moyen du fer.

Comme le prix de l'acide sulfurique est assez élevé, il était beaucoup plus simple de le produire dans l'usine que de l'acheter; cela était d'autant plus facile qu'on avait de la blende et de la pyrite de fer à sa disposition, et d'ailleurs c'était conforme à ce principe de métallurgie qu'une usine doit toujours autant que possible fabriquer elle-même tous les produits qui lui sont immédiatement nécessaires. L'opération s'exécute ici au moyen des cornues en maçonnerie *a a* et de la chaudière à vapeur *b*, *fig.* 1, 3 et 3 *bis* : ces cornues demandent à être construites avec le plus grand soin, parce que les vapeurs de soufre qui sont très-ténues finissent à la longue par traverser les murs les plus épais; elles sont en grauwacke cimentée par un mortier sableux qui ne se laisse pas attaquer par les acides et durcit au contraire par suite de leur action : à leur partie supérieure est un couvercle en fonte qu'on peut enlever à volonté pour opérer le chargement. Il n'y a jamais que deux de ces cornues en activité; mais cependant on en a construit quatre afin d'en avoir deux de rechange. — La chaudière *b* qui donne le dégagement de vapeur d'eau est chauffée à la houille et garnie de substances non conductrices telles que la mousse, afin qu'elle perde moins de chaleur par le contact de l'air ambiant. *c c c c* sont 4 cases construites également en grauwacke bien cimentée, dans lesquelles le minerai porté sur des grilles de grauwacke est soumis à l'action des vapeurs sulfuriques : ces cases sont à l'air libre, parce que la pluie ou la neige qui peuvent tomber, bien loin de nuire au succès de l'opération, la facilitent;

comme d'ailleurs il s'en dégage toujours un peu de vapeurs acides, les ouvriers seraient incommodés si les cases étaient recouvertes par un hangar.

Il faut pouvoir s'assurer que l'opération marche et qu'il se produit bien de l'acide sulfurique; c'est ce qu'un ouvrier fait de temps en temps en s'approchant des tuyaux de plomb *t* qui sont en communication avec le dessous des cases d'attaque, et en respirant les vapeurs acides qui s'en dégagent; pendant le travail, ces tuyaux restent d'ailleurs fermés avec des bouchons de bois.

Pour enrichir les eaux acides chargées de sulfate de cuivre, il est nécessaire de les faire passer successivement d'une case dans l'autre et de les répandre sur le minerai; c'est ce qu'on exécute au moyen des pompes *d* qui sont complétement construites en plomb, afin qu'elles ne puissent pas être attaquées.

Les eaux salines sont ensuite envoyées dans l'atelier voisin et dans la caisse *e* formée de madriers de chêne de 7 centimètres d'épaisseur; c'est dans cette caisse que se fait la précipitation.

Les chaudières *f* sont destinées à évaporer les eaux-mères qui vont cristalliser et déposer le sulfate de fer dont elles sont chargées dans les 9 caisses *g* qui sont construites absolument de la même manière que *e* : horizontalement elles présentent un carré de 3 mètres de côté; leur profondeur est environ de 0^{m},90 ; elles résistent parfaitement bien à l'action du sulfate; et, depuis six ans environ que l'usine est établie, on n'a pas été obligé de les réparer.

hh sont des tonneaux dans lesquels se lave le cuivre de cément; *ii* sont des caisses à tombeau destinées au même objet; enfin *k* est une fosse

dans laquelle se rendent les eaux qui ont servi au lavage.

Description du travail.

Tels sont les appareils qui sont employés pour le traitement par cémentation : je vais entrer maintenant dans quelques détails sur la conduite même des opérations.

Production de l'acide sulfurique.

La production de l'acide sulfurique est fondée sur le principe suivant de chimie : « Quand on fait arriver dans un ballon du bi-oxyde d'azote sur un mélange d'acide sulfureux, d'oxygène et de vapeur d'eau, il se dépose des cristaux qui sont composés d'acide sulfurique, d'acide azoteux et d'eau; en ajoutant une plus grande quantité d'eau, les cristaux se détruisent, l'eau qui reste au fond du ballon est chargée d'acide sulfurique; l'acide azoteux se décomposant se transforme en bi-oxyde d'azote et en acide hypo-azotique qui, étant traité comme précédemment, reproduiront une nouvelle quantité d'acide sulfurique, et ainsi de suite. » On voit, d'après cela, qu'il suffit de faire arriver en présence de l'acide sulfureux, de l'oxygène, du bi-oxyde d'azote, et de la vapeur d'eau; or il est facile de réaliser toutes ces conditions au moyen des appareils qui ont été décrits précédemment; car en grillant de la blende ou de la pyrite de fer dans les cornues *a*, on aura de l'acide sulfureux; mais comme il ne peut pas y avoir de tirage, puisqu'il n'existe pas de communication entre l'intérieur des cornues et l'air extérieur, il faut que l'air nécessaire à la combustion soit donné par la machine soufflante; il est lancé par le conduit *v*, et il force ainsi l'acide sulfureux produit à se répandre dans les cases. On remarquera de plus, que l'air fourni par la machine soufflante n'arrive pas par-dessous la grille, mais au contraire à une certaine distance au-dessus; de cette

manière, sa combustion ne sera pas complète, et par conséquent on aura déjà l'acide sulfureux et de l'oxygène : le bi-oxyde d'azote sera produit par la décomposition de nitrate de potasse qu'on mettra avec la blende ou avec la pyrite dans l'intérieur des cornues *a*; quant à la vapeur d'eau, elle sera donnée par la chaudière à vapeur *b* sous laquelle on entretient du feu. Les dessins *fig.* 3 et 3 *bis* montrent bien comment tous ces corps vont se trouver en présence, et comment l'acide sulfurique formé pourra attaquer les minerais.

Deux ouvriers suffisent pour les deux cornues *a* et la chaudière *b*; ils travaillent 12 heures, puis ils sont remplacés par deux autres. Ils veillent à ce que la combustion soit entretenue dans l'intérieur des cornues, et aussi à ce qu'elle ne soit pas trop vive; car surtout lorsqu'on emploie la blende, bien qu'elle soit par elle-même infusible, il se forme des oxysulfures fusibles qui empâtent les morceaux et rendent ensuite le grillage très-difficile : la température est du reste trop élevée pour qu'il puisse se former du sulfate de zinc (1). Dans le cas où la chaleur dégagée est trop grande, les ouvriers diminuent la quantité d'air atmosphéri-

---

(1) Ainsi que M. Des Cloiseaux me l'a fait remarquer, on trouve dans les cavités de la blende grillée de petits cristaux d'oxyde de zinc.

Ces cristaux ont $\frac{1}{2}$ à 5 millimètres de longueur; leur couleur est le brun noirâtre ou le vert sale : ils sont translucides. On remarque quelquefois suivant leur axe de la blende imparfaitement grillée : aussi, quand on les dissout dans un acide et qu'on traite la dissolution par le chlorure de barium, on reconnaît qu'elle contient du soufre.

La forme des cristaux, qui est représentée *fig.* 7, est un prisme hexaèdre régulier terminé par un rhomboèdre

que lancée, ou même retirent de la cornue les morceaux trop embrasés; quand ils voient que les morceaux s'agglutinent, ils les brisent et les séparent au moyen d'un ringard en fer qu'ils passent par une petite ouverture *o* pratiquée au couvercle de la cornue de fonte : de temps en temps ils ôtent ce couvercle pour pouvoir bien retourner les matières. La machine soufflante donne $5^{m.c.}$,5 à $6^{m.c.}$,7 d'air par minute dans chacune de ces cornues; sa pression est celle de l'air atmosphérique. On fait un chargement toutes les 6 heures, ou pour une des cornues toutes les 12 heures : pour cela on arrête le vent et on ferme par une plaque de fonte *o'* le tuyau de conduite afin d'empêcher que les vapeurs sulfuriques répandues dans les cases ne reviennent dans l'intérieur de la cornue : l'un des ouvriers se mettant alors sous le nez un linge mouillé, ouvre la porte *p* qui avait été lutée avec de l'argile, et

---

obtus; ils se clivent facilement perpendiculairement à l'axe du prisme. La mesure des angles a donné les résultats suivants :

$$r - r = 120°, \quad p - r = 121° 30', \quad p - p = 116° 30'.$$

Au moyen des deux premiers angles on peut déterminer le troisième par le calcul, et on le trouve de 117°. Comme les faces *p* ne sont pas nettes, il n'est pas possible de répondre d'une erreur de 30' dans l'observation, et il est préférable d'adopter ce dernier nombre.

L'examen de cristaux d'oxyde de zinc obtenus dans les usines de la Vieille-Montagne avait conduit M. Levy à admettre pour forme primitive le prisme hexagonal régulier; mais il résulte de ce qui précède qu'on peut prendre pour la forme primitive de l'oxyde de zinc un rhomboèdre d'un angle de 117°. Le cristal *fig.* 7 s'obtiendrait alors en plaçant le rhomboèdre suivant son axe, et en tronquant par des plans également inclinés les six arêtes qui n'aboutissent pas aux deux sommets : par conséquent le signe représentatif serait $(p)\, r^1$.

retire avec un crochet ce qui a passé entre les barreaux de la grille; l'autre ouvrier enlève le couvercle *o*, saisit avec une pince en fer les morceaux qui lui paraissent déjà complétement grillés, et aussi ceux qui sont agglutinés : ces derniers sont mis de côté, cassés et repassés dans le four jusqu'à ce que leur grillage soit complet. Quand la porte *p* est de nouveau fermée et lutée, on jette dans le four un peu de bois, puis 5 q. m. blende, ou seulement $\frac{1}{2}$ q. m. pyrite de fer et $0^{m.c.}$,03 de menue houille, enfin par-dessus le tout 1 kil. de nitre. Quelquefois on remplace le nitre par un mélange de sel marin et de nitre, mais cela n'offre pas d'avantage économique parce qu'on est obligé d'en mettre beaucoup plus, environ $0^{m.c.}$,01. On a essayé pendant quelque temps de jeter du sel marin seulement, et l'opération marchait aussi bien qu'avant; comme l'acide muriatique qui pouvait se dégager n'était pas à beaucoup près en quantité suffisante pour décomposer les carbonates qui se trouvaient dans les 4 cases, il est évident que la continuation de l'action ne devait être attribuée qu'à la présence du bi-oxyde d'azote dans les conduits et sous les cases, la théorie indiquant qu'une quantité déterminée de ce dernier suffit pour convertir en acide sulfurique une quantité indéfinie d'acide sulfureux : conformément à ce principe théorique, et d'après les résultats de l'expérience faite avec du sel marin seulement, il me semble qu'on pourrait se dispenser d'ajouter aussi fréquemment du nitre.

Transformation du carbonate de cuivre en sulfate. L'acide sulfurique, à mesure qu'il est formé dans l'intérieur des cases *c*, se dépose comme une rosée sur les minerais; en même temps, la vapeur d'eau, après avoir traversé les grilles de grauwacke,

se condense sur le minerai, s'unit à l'acide sulfurique qui humecte et imbibe tous les morceaux, attaque le carbonate de cuivre et le transforme en sulfate, lequel se dissout et coule au fond de la case. Pour que cette attaque ait lieu facilement, il faut que les vapeurs acides puissent librement circuler entre les minerais, sans toutefois s'échapper par la partie supérieure ; c'est ce à quoi l'on est parvenu d'une manière très-simple en mettant les couches de minerai dans l'ordre de leurs grosseurs (1), (2), (3) et (4); d'abord les gros morceaux, puis les moyens; à la partie supérieure au contraire, les plus petits; ces derniers forment une couche qui, bien qu'elle soit encore attaquée elle-même, ne permet pas d'une manière sensible aux vapeurs acides de se dégager.

Dans une case d'attaque *c* on charge environ 600 q. m. minerai, et le volume qu'ils occupent est à peu près de 55 m. c. Pendant que le chargement s'exécute, on bouche l'ouverture par laquelle les vapeurs acides se répandent ordinairement dans cette case, afin d'empêcher que l'acide sulfurique ne se perde inutilement. Le minerai riche reste huit semaines au plus dans une case avant de passer dans la voisine, et quand il a été dans trois cases, l'expérience apprend qu'il ne retient plus que des quantités insignifiantes de minerai non altéré, en sorte qu'il faut vingt-quatre semaines pour qu'une opération soit terminée complétement; quand le minerai est pauvre, la moitié du temps suffit : au reste, généralement on laisse le minerai pendant un temps beaucoup moins long dans les cases, et ces limites peuvent être considérées comme des maxima.

Les minerais qu'on traite de cette manière ont

une richesse qui varie de 1 à 10 o/o; les frais de transport ne permettent pas d'opérer sur des minerais d'une richesse inférieure à 1 p. o/o, mais on se propose d'éviter ces frais et de tirer partie de ces minerais en les traitant sur le lieu même de la mine : pour cela on emploiera, non pas de l'acide sulfurique, mais de l'acide muriatique qu'on peut se procurer à bas prix dans le commerce; après avoir disposé le minerai pauvre dans des cases, il suffira de l'arroser avec l'acide, de manière à dissoudre le carbonate de cuivre, et on recommencera l'opération jusqu'à ce qu'on soit sûr que tout a été attaqué.

Il paraît que ce procédé est pratiqué avec avantage à l'usine de Linz, sur les bords du Rhin, pour des minerais qui contiennent moins de un demi p. o/o de cuivre.

A mesure que le sulfate de cuivre est formé par le procédé de Stadtberg, il est dissous par la vapeur d'eau qui se condense et le fait couler au fond des cases; de plus, on a soin, au moyen de pompes de plomb, de faire passer le sulfate successivement dans les cases 1, 2, 3, en le répandant sur toute la surface de chaque case; alors ce sulfate qui est nécessairement très-acide dissout toutes les portions des carbonates qui n'auraient pas été atteintes directement par l'acide sulfurique.

Précipitation du cuivre par le fer.

Quand l'eau chargée de sulfate de cuivre marque 24 à 30° de Beaumé, on la laisse couler par les robinets de bois *r* ou *r'* qui sont au niveau du plancher des cases, et des rigoles de bois l'amènent dans une cuve *e* placée à l'extrémité de l'atelier de cémentation.

A l'aide d'une pompe et d'un système de conduits en bois qu'on peut enlever à volonté, il est

facile de l'envoyer dans la caisse *e'* dans laquelle se fait la précipitation par le fer : on s'arrange de manière à ce que cette opération ait lieu avant le refroidissement de la liqueur, et à peu près à la température de 25 ou 30° Réaumur. On emploie, pour faire la précipitation, des rognures de tôle venant des fabriques d'Iserlohn et Altena, et n'ayant que quelques millimètres d'épaisseur; cette tôle coûte, rendue à l'usine, 13 fr. 88 c. le q. m. : en poids, il faut un peu moins de 200 fer pour 100 cuivre : on sait que généralement dans les usines où on traite le cuivre par cémentation, à Anglesey et dans la Hongrie, il faut une plus grande proportion de fer et surtout de fonte. La quantité de fer dissoute dépend, du reste, beaucoup du degré d'acidité de la liqueur, et on la retrouve tout entière dans le vitriol qu'on fait cristalliser dans le procédé de Stadtberg; en poids elle est de 25 p. o/o du vitriol ou du sulfate de fer produit.

On considère l'opération comme terminée quand une plaque de fer polie étant plongée dans la liqueur ne rougit plus; alors on enlève avec un siphon de plomb le sulfate de fer formé; il coule dans le canal *l* où une pompe le prend et l'envoie se concentrer dans les chaudières d'évaporation *f*; là, il est chauffé à une température de 80° Réaumur; puis, quand on juge qu'il est assez rapproché et qu'il marque 39 à 45° Beaumé, avec une pompe et un système de conduits en bois, on le distribue dans les cases *g* de cristallisation (*Voir fig.* 5) : par le refroidissement, les cristaux se déposent sur des bâtons verticaux de 2 centimètres de diamètre qui plongent dans la liqueur chargée de sulfate de fer; ces bâtons sont fixés à des per-

ches horizontales en bois dont les extrémités reposent sur les rebords de la case.

L'eau mère, quand même elle refuse de cristalliser, ne se jette jamais, on la renvoie constamment dans les chaudières d'évaporation pour la rapprocher : on ne s'en débarrasse que quand elle devient trop impure, et qu'elle retient assez d'argile et de substance étrangère pour nuire à la cristallisation; mais cela arrive au plus deux fois par an. On produit annuellement de cette manière 2,700 q. m. de sulfate de fer de bonne qualité, ne retenant qu'une très-petite quantité de sulfate de cuivre, et qui est très-recherché dans le commerce.

Lavage du cuivre de cément.

Dans la caisse *e'* où on a fait la précipitation, il reste le *cuivre de cément* et le fer qui n'a pas été attaqué, contre lequel il adhère; on les retire et on les met dans des paniers d'osier, puis après les avoir laissés égoutter pendant quelque temps au-dessus de la caisse *e''*, on les donne à des ouvriers laveurs. Ces derniers les lavent d'abord dans des tonneaux *h* : pour cela, ils les mettent dans un tamis à fond de cuivre qu'ils plongent dans l'eau du tonneau à plusieurs reprises, et en lui donnant des mouvements successivement dans le sens horizontal, et dans le sens vertical; le cément qui est pulvérulent traverse les trous du tamis et tombe au fond du tonneau, entraînant avec lui quelques parcelles de fer. L'ouvrier enlève ensuite avec un couteau les lamelles de cuivre qui sont collées contre les rognures de tôle, puis il rejette ce qui reste de ces dernières dans la case *e'* où se fait la précipitation pour qu'elles servent à l'opération suivante.

Le *cément* pulvérulent aussi bien que le *cé-*

ment en lamelles, sont ensuite lavés dans des caisses à tombeau *i*; ce nouveau lavage a pour but de séparer le cuivre des portions ferreuses qui sont mêlées avec lui, et surtout de le débarrasser du sulfate de fer. Les caisses sont légèrement inclinées, elles reçoivent de l'eau par des robinets placés à leur tête, et cette eau s'écoule par des trous en diagonale pratiqués à leur extrémité, et qu'on peut ouvrir ou boucher à volonté. Comme il y a nécessairement un peu de cément entraîné avec l'eau de lavage, à sa sortie des caisses à tombeau, elles se rend dans une fosse *k*; là, on la laisse reposer, le cément tenu en suspension gagne le fond, et on le recueille ensuite : le liquide surnageant, qui contient d'ailleurs un peu de sulfate de fer, est employé préférablement à l'eau pure pour arroser les minerais dans les cases d'attaque.

Quand le cuivre de cément a été bien lavé par le procédé que je viens d'indiquer, il faut le *fondre* : pour cela, après l'avoir laissé égoutter, on le met dans un sac de toile et on le comprime aussi fortement que possible entre les mâchoires d'une presse en bois manœuvrée par deux ouvriers : quoiqu'on ne puisse ainsi lui faire perdre toute l'eau qu'il contient, on le porte au sortir de la presse sur la sole d'un fourneau à réverbère.

Fonte du cuivre de cément.

Contrairement à ce qui a lieu dans les fourneaux de ce genre, la combustion ne se fait pas par un tirage provenant de la cheminée, mais par un courant d'air forcé qui est fourni par la machine soufflante : on a eu recours à cet artifice parce que le cuivre, et surtout le cuivre de cément, a besoin, pour fondre, d'une température très-élevée, et aussi afin de pouvoir brûler du coke dont le quintal

Fourneau à réverbère, à l'air chaud et à courant d'air forcé.

métrique rendu à l'usine ne coûte que 5 fr. 50 c., tandis que le quintal métrique de houille coûte 3 fr.

Le croquis, *fig.* 5, montre quelle est à peu près la disposition du four à réverbère ; il faut seulement concevoir qu'il y en a un deuxième placé d'une manière parfaitement symétrique, et qui a sa cheminée commune avec lui.

Le chargement de coke ou de houille s'exécute par la porte *a* qu'on referme aussitôt : l'air nécessaire à la combustion est amené par le conduit *b*; il est envoyé par la machine soufflante à 5 mètres au-dessus du plan dans lequel se trouve la porte de chargement ; il circule et s'échauffe dans un conduit en tôle qui enveloppe en hélice la cheminée *c* ; ce conduit prend un plus grand développement *d* dans le demi-cylindre qui sert de base à la cheminée, et se partage en deux autres conduits tels que *b* par lesquels l'air échauffé est amené sous la grille : *e* est un tampon qui sert à empêcher que l'air, venant de la machine soufflante, ne s'échappe inutilement quand le four à réverbère ne marche pas ; enfin, *f* est le cendrier dont la porte est lutée avec de l'argile, afin que l'air lancé ne puisse pas se perdre ; cet air a du reste une pression qui est peu supérieure à celle de l'air atmosphérique. Quant aux autres parties du fourneau, ce sont celles des fours à réverbère, et le croquis indique leurs dimensions dans ce cas spécial : je ferai seulement remarquer que ces dimensions ont été choisies de manière à obtenir sur la sole la concentration de chaleur la plus grande possible.

On lance environ 8 mètres cubes par 1′, la température de cet air est peu élevée, et ne doit pas être supérieure à 80° : cela tient à la mauvaise

disposition de l'appareil pour chauffer l'air ; quoiqu'il soit assez compliqué et dispendieux, il ne doit cependant produire qu'une très-faible économie sur le combustible : on pourrait évidemment lui substituer avec beaucoup d'avantage l'appareil que M. Faber du Faur emploie dans les fours à réverbère, à courant d'air forcé, et duquel j'ai donné la description dans un mémoire sur la fabrication du fer au moyen du gaz des hauts-fourneaux. Quand on met à feu, il est nécessaire de chauffer d'abord le fourneau pendant deux jours avant de faire le premier chargement; dans une opération on met 100 kilogrammes de cuivre de cément, et cette opération n'est terminée qu'au bout de 5 heures; on fait alors la percée, et on laisse couler le cuivre fondu dans le bassin; puis on le lève en plaquettes comme à l'ordinaire, en refroidissant sa surface avec de l'eau. Dans le travail précédent, on obtient des scories qui retiennent souvent jusqu'à 20 p. 0/0 de cuivre, et qui sont toujours repassées au fourneau à manche; les consommations sont du reste les suivantes :

Cuivre noir.		Combustible		Cuivre de cément.
100 kil.	demandent	houille.	73 kil.	105 à 200
		coke.	18	

Le rendement du *cuivre de cément* en *cuivre noir* varie, comme on voit, de 95 à 50 p. 0/0; ces limites très-étendues tiennent à ce que la richesse du cuivre de cément est très-variable, suivant qu'il est en petites plaques ou en boue, laquelle est toujours mélangée d'une quantité notable de fer à l'état de sous-sulfate, d'oxyde, ou même à l'état métallique; mais on peut admettre pour la richesse moyenne du cuivre de cément 75 à 80 p. 0/0.

Raffinage.

Le cuivre noir obtenu dans le travail précédent, quoique très-pur, a besoin cependant d'être soumis comme à l'ordinaire à un *raffinage*: je n'entrerai dans aucun détail sur l'opération qui s'exécute au petit foyer sur 45 à 50 kilogrammes, elle dure au plus deux heures, et la perte sur le *cuivre noir* pour obtenir le *cuivre rosette*, n'est jamais que de 2 à 3 p. o/o.

La production annuelle du cuivre par voie de cémentation à Stadtberg est de 350 quint. métriques de cuivre rosette.

Traitement par fusion à Stadtberg.

Je ne me suis occupé jusqu'à présent que des minerais qui pouvaient être traités par *cémentation*; mais le kupferschiefer et souvent le kupfersanderz, le sulfure et la pyrite de cuivre qu'on a séparés des minerais du kieselschiefer par le triage, les scories provenant de la fonte du cuivre de cément dans le fourneau à réverbère, etc., doivent être soumis à un traitement par *fusion*; on les passe pour cela dans un fourneau à manche avec du coke, et le produit de cette fonte est du cuivre noir ou une matte cuivreuse; la proportion ou la quantité de cuivre noir et de matte qu'on obtient dépend tout à fait de la composition des minerais et des produits métallurgiques qu'on a fondus; par conséquent c'est nécessairement très-variable.

Quand on a de la matte, elle est grillée trois ou quatre fois de suite dans des cases rectangulaires, puis en la repassant de nouveau au fourneau à manche elle donne du cuivre noir. Le fourneau ne présente, du reste, rien d'extraordinaire: on avait d'abord essayé d'établir au-dessus un appareil à air chaud afin d'utiliser les gaz perdus; mais comme on fond au coke qui ne donne que très-peu de

flamme, l'air n'était presque pas chauffé, et il n'en résultait pas d'économie notable sur le combustible.

Dans une fonte, pour 100 de minerai il faut moyennement 30 de coke. Le raffinage du cuivre noir se fait dans le même foyer que pour le cuivre de cément; seulement quoiqu'on opère sur la même quantité, une opération dure de 2 à 3 heures, et on raffine deux fois avant de lever les rosettes de cuivre rouge.

Je ne m'arrêterai pas davantage à ce traitement par fusion qui ne présente du reste rien d'extraordinaire; j'observerai seulement qu'il donne environ 200 q. m. de cuivre; par conséquent la production tant par cémentation que par fusion est de 550 q. m. de cuivre rosette.

Quoique construite depuis six ans, l'usine de Stadtberg n'est guère en complète activité que depuis trois années; mais encouragés par les heureux résultats qu'ils ont obtenus, les propriétaires, auxquels appartient aussi l'établissement du même genre, à Linz sur le Rhin, ont le projet de l'agrandir et d'accroître le chiffre de la production annuelle.

Considérations générales.

Si on récapitule tout ce qui a été dit sur cette usine, on voit qu'elle offre surtout deux choses très-remarquables : 1° un procédé de fabrication pour l'acide sulfurique avec la blende ou la pyrite; 2° un traitement du cuivre par cémentation.

Fabrication de l'acide sulfurique avec la blende ou la pyrite.

Par les usages nombreux et variés qu'il a dans les arts, l'acide sulfurique est un corps dont le besoin et la consommation croissent avec l'industrie d'un pays, et on peut même dire avec sa civilisation : autant que possible, un état doit donc tâcher de le produire avec ses propres richesses

minérales et éviter de se rendre tributaire des états voisins : ce n'est cependant pas ce qui a lieu en France, où le plus ordinairement on fabrique l'acide sulfurique au moyen de soufre qu'on fait venir d'Italie : on grille ce soufre, et l'acide sulfureux produit de ce grillage arrivant en présence de bi-oxyde d'azote d'oxygène et de vapeur d'eau, l'acide sulfurique se forme et se dépose dans de grandes chambres de plomb.

Un procédé tel que celui de Stadtberg, dans lequel on fabrique l'acide sulfurique avec des sulfures métalliques, qui sont toujours très-abondants dans la nature, me semble d'après cela avoir quelque importance : on voit en effet qu'on peut très-bien substituer la pyrite de fer ou la blende au soufre, et en les grillant on obtient l'acide sulfureux qu'on forme ainsi d'une manière moins coûteuse. Quoiqu'on emploie à Stadtberg une machine soufflante pour donner le vent qui doit griller la pyrite et fournir l'oxygène, il serait peut-être possible de s'en dispenser et d'exécuter ce grillage à peu près comme se fait celui du soufre; seulement comme le soufre est ici engagé dans une combinaison, il conviendrait de chauffer jusqu'au rouge avec du bois, du lignite ou de la mauvaise houille, la sole sur laquelle aurait lieu le grillage; des expériences restent encore à faire à cet égard. En tout cas on pourrait adopter le procédé tel qu'il est exécuté à Stadtberg, et disposer seulement des chambres de plomb dans lesquelles l'acide sulfurique serait recueilli. Il conviendrait alors de faire de la fabrication de l'acide sulfurique un objet accessoire; afin d'éviter les frais qui résultent de la construction d'une machine soufflante, on établirait l'appareil dans des

usines à fer, à plomb ou à cuivre, à proximité desquelles se trouvent ordinairement de la pyrite de fer ou de la blende : on aurait par là le grand avantage d'utiliser d'une manière très-heureuse des minéraux que la nature offre avec abondance, et qui le plus souvent sont rejetés parce qu'on ne sait à quel usage les employer. De plus, après avoir grillé la blende, on pourrait s'en servir pour la fabrication du zinc; c'est ce qu'on veut tenter à Stadtberg, quoique la houille y soit à un prix assez élevé : de nombreux essais ont déjà été faits à cet égard en Angleterre et sur divers points de l'Europe; des expériences exécutées récemment dans la Silésie et dans la Gallicie autrichienne montrent qu'on peut facilement retirer 21 à 25 p. o/o de métal; enfin en France, à Poullaouen, on s'occupe d'un traitement analogue. Depuis quelques années, le zinc a été employé pour des usages si nombreux et a acquis un prix si élevé dans le commerce qu'il est inutile d'insister sur l'importance de cette application de la blende.

Quant au traitement du cuivre par cémentation qui est pratiqué à Stadtberg, il est par lui-même très-remarquable; l'acide sulfurique attaque parfaitement les minerais qui ne retiennent plus que des traces de cuivre, et dont on ne peut reconnaître la présence que par l'emploi des réactifs chimiques; l'opération même de la cémentation est faite avec beaucoup de soin, car si on la compare avec les opérations analogues, on trouve qu'elle leur est infiniment supérieure : ainsi à Anglesey, d'après Karsten, les schlamms ne contiennent au plus que 50 p. o/o de cuivre, et la richesse moyenne est de 15 p. o/o. Les seules usines dans lesquelles les

Traitement par cémentation.

résultats s'approchent de ceux que j'ai cités dans ce mémoire, quoique le mode de traitement soit tout différent, sont, d'après M. Leplay, celle de Rio-Perito près de la Sierra Morena en Espagne, et celle de Smosnitz en Hongrie, dans lesquelles on retire 70 p. o/o du cuivre de cément; mais l'entente et la disposition d'ensemble qu'on peut dire admirable, de l'usine de Stadtberg, doivent la faire considérer comme modèle pour tous les établissements du même genre.

RAPPORT.

Sur l'analyse chimique des sables de mer de la baie du Mont-Saint-Michel;

Par M. L. MARCHAL, Ingénieur des ponts et chaussées

Chargé par l'administration des ponts et chaussées, au mois de décembre 1840, de continuer les études du desséchement dans la baie du Mont-Saint-Michel, commencées depuis près d'un siècle, je ne fus pas peu surpris de trouver de la part des populations une vive opposition à tout projet de conquête. Cette résistance m'étonnait d'autant plus, qu'elles devaient être les premières à en profiter : je ne tardai cependant pas à reconnaître la cause de cette hostilité dans la crainte qu'éprouvent les cultivateurs des trois départements de la Manche, du Calvados et de l'Ille-et-Vilaine, que la mise à exécution des travaux de desséchement ne vienne à les priver du sable de mer, qu'ils emploient comme engrais et amendement sur les terres à dix lieues à la ronde, et dont l'exploitation s'élève annuellement à plus de 130.000 mètres cubes dans la seule baie du Mont-Saint-Michel.

Tous les cultivateurs que j'interrogeai sur l'action qu'ils attribuaient à ce sable sur leurs terres, me répondirent qu'elle tenait au sel qui y est contenu. Cette opinion était même partagée par la plupart des membres de la Société d'agriculture. Si en effet l'action fertilisante de ce corps, qui reçoit dans le pays le nom de *tangue*, eût dé-

pendu de la présence du sel marin, il devenait évident que les craintes des cultivateurs étaient fondées, car il est impossible de conquérir sans endiguer, et tout endigage, en empêchant la mer d'arroser le sable, le privait de sa principale richesse. S'assurer de ce fait devenait donc un point capital pour l'avenir des projets de desséchement. Tel fut le premier motif qui me porta à entreprendre l'analyse de cette substance; mais lorsque par suite de conversations avec M. l'ingénieur en chef directeur Dan de la Vauterie, et par une étude plus approfondie de la question, j'appris toutes les difficultés que présentaient les conquêtes sur la mer, tous les obstacles qui s'opposaient à leur conservation, toutes les conditions qui devaient être remplies avant de les entreprendre; lorsque j'acquis la conviction que le seul moyen d'arriver à des résultats utiles était de favoriser les atterrissements, je reconnus l'indispensable nécessité de rechercher quelle est la nature de ce sable, comment s'en forme le dépôt, et pourquoi il jouit à un si haut degré de la puissance fertilisante.

Toutes ces questions ne pouvaient être résolues que par l'analyse chimique d'un grand nombre de tangues recueillies en divers points de la baie; j'entrepris ce travail.

Je ne m'étendrai pas sur les difficultés de tout genre qu'il m'a présentées : difficulté d'exploration par le risque d'être englouti dans les sables mouvants, ou surpris par la marée montante sur une plage presque horizontale que le flux envahit avec la vitesse d'un cheval au galop; difficulté surtout dans l'analyse. Comme la plupart de mes camarades, j'avais, depuis ma sortie de l'École

Polytechnique, négligé la chimie : il fallut m'y remettre, dans une petite ville à cent lieues de la capitale, privé de toute espèce de ressource, ne trouvant pas même chez les pharmaciens un acide pur, pas une cornue ou un ballon chez les marchands de verrerie, obligé de tout tirer de Paris, et d'interrompre quinze jours une opération commencée, lorsqu'un réactif venait à manquer. J'aurais vingt fois été tenté d'abandonner ce travail, si je n'eusse acquis préalablement la conviction de son importance; conviction que les résultats ont pleinement confirmée, comme la suite le fera voir. Enfin, après une année entière d'un travail assidu, je suis arrivé au résultat.

J'eus cependant le bonheur inespéré de trouver parmi les habitants de la ville une personne qui, s'étant longtemps occupée avec succès de chimie, voulut bien s'associer à moi pour cette étude. Nous nous partageâmes le travail : mon collaborateur entreprit de résoudre la question d'utilité pratique de la tangue en agriculture. Il analysa, à cet effet, un échantillon de cette substance jusque dans ses moindres particules, et lia les résultats de son creuset à une théorie fort ingénieuse de la végétation. Quant à moi, je cherchai à signaler les différences qui pouvaient servir à caractériser les diverses espèces de tangues, suivant les lieux où elles sont recueillies, bornant mes recherches aux substances constituantes dont la proportion dépassait les dix millièmes; puis j'en ai déduit une théorie de la formation des alluvions dans la baie du Mont-Saint-Michel, théorie qui doit servir de base au système de desséchement que je compte avoir l'honneur de proposer un peu plus tard.

Je n'entreprendrai pas de rendre compte de la partie du travail qui ne m'appartient pas ; mais les conclusions que l'on peut tirer immédiatement des résultats de mes recherches propres suffiront, je pense, pour répondre à toutes les questions que pourra faire naître, au sujet du desséchement, l'intérêt de l'agriculture.

Les principaux points d'exploitation de la tangue sont indiqués sur la carte (voyez *Pl. XVI*) par les lettres A, B, C, D. Ils sont connus dans le pays sous les dénominations suivantes : le Pont-Gilbert, le Pontaubault, l'anse de Courtils, l'anse de Moidrey.

Il y a deux manières de recueillir cette substance, soit en l'enlevant sur toute l'épaisseur d'un fer de bêche, comme cela se pratique aux points A, B et D ; soit en râclant la surface à la manière des sauniers, opération que l'on appelle *haveler*, et qui se pratique plus particulièrement au point C. Disons, toutefois, que dans plusieurs points de la vallée de la Sée, suivant la ligne AM, on ramasse aussi la tangue de cette manière. La tangue havelée, qui, comme on le comprend facilement, contient beaucoup plus de sel marin que l'autre, est généralement préférée par les cultivateurs qui doivent l'employer à de grandes distances du littoral ; ceux, au contraire, qui la répandent sur des terrains constamment léchés par le vent de mer préfèrent la tangue bêchée.

Cette différence entre les quantités de sel marin contenues dans les tangues, suivant la manière dont elles sont recueillies, est loin d'être la seule : deux échantillons de cette substance, pris à quelques pas de distance, à des jours et à des heures diverses, présentent des différences sensibles et

quelquefois considérables. Je me suis borné à analyser d'abord celles qui proviennent des principaux points d'exploitation ; puis la recherche de la loi de formation de l'alluvion m'a conduit à faire l'analyse des sables pris aux points marqués sur la carte ci-jointe par les lettres E, B, C, F, G, H; c'est-à-dire à une lieue en amont du Pontaubault, sur le bord de la rivière de la Selune, au Pontaubault, à Roche-Torin, point situé à mi-chemin du Pontaubault, au mont Saint-Michel, à sept kilomètres en aval de ce mont, sur le bord du ruisseau du Vivier, à mi-chemin du mont Saint-Michel à la pointe de Cancale, enfin à l'embouchure de la Rance.

J'ai réuni les résultats dans le tableau synoptique ci-joint.

TABLEAU SYNOPTIQUE *de la composition des tangues de la baie du Mont-Saint-Michel.* — PROPORTION POUR 100.

NUMÉROS D'ORDRE	LIEUX D'EXTRACTION des substances.	SELS SOLUBLES DANS L'EAU.						CORPS SOLUBLES DANS LES ACIDES.					CORPS SOLUBLES DANS LA POTASSE.				MATIÈRES ORGANIQUES et eau de cristallisation.
		Proportion totale.	Chlorure de sodium, sel marin.	Chlorure de calcium.	Sulfate de chaux.	Sulfate de potasse.	Sulfate de magnésie.	Proportion totale	Oxyde de fer.	Carbonate de magnésie.	Carbonate de chaux.	Phosphate de chaux.	Proportion totale.	Silice.	Alumine.	Oxyde de fer.	
1	Tangue prise à 3 kilomètres en amont du Pontaubault, sur le bord de la Selune.	0,27	135	»	0,095	»	0,04	33,45	1,40	1,26	29,47	1,32	58,28	48,37	6 41	3,50	8,00
2	Tangue prise au Pontaubault.	0,21	0,15	»	0,04	»	0,02	44,27	2,52	1,63	38,37	1,73	50,50	40,27	5,88	4,35	5,01
3	Tangue prise au Pont-Gilbert.	0,291	0,203	»	0,051	»	0,037	45,90	1,65	0,95	41,44	1,86	50,06	39,89	5,81	4,36	3,749
4	Tangue prise dans l'anse de Moidrey.	0,78	0,55	»	0,15	»	0,08	34,32	0,60	1,52	30,81	1,39	56,72	45,19	6,59	4,94	8,18
5	Tangue prise à Roche-Torin.	5,785	4,25	0,0047	1,04	0,27	0,22	37,52	1,88	1,44	32,73	1,48	46,40	36,84	5,44	1,12	10,395
6	Sable pris à 7 kilom. au delà du mont St-Michel vers la mer.	0,707	0,247	»	0,07	0,39	»	29,67	0,516	1,31	26,58	1,10	65,00	Presque toute la matière est de la silice pure.			4,623
7	Tangue prise entre les pêcheries du Vivier et la côte.	1,11	0,41	0,04	0,62	0,04	»	26,91	0,86	1,42	23,57	1,06	68,04	52,80	8,24	7,00	3,94
8	Mare de l'embouchure de la Rance. . . .	1,49	0,94	0,08	0,48	0,08	»	28,83	1,83	0,86	22,14	1,00	65,98	46,54	10,81	8,63	3,70

De la tangue considérée comme amendement ou engrais.

On voit que la quantité de chlorure de sodium (sel marin), loin d'être la substance dominante dans la tangue, comme le croient la plupart des cultivateurs, ne s'y trouve qu'en très-petite quantité. Tous les sels solubles dans l'eau, et j'ai compris dans ce nombre le sulfate de chaux, quoique sa solubilité soit très-peu considérable, sont en faible proportion; des quatre tangues utilisées en agriculture, et sur lesquelles j'ai expérimenté, savoir : celles du Pontaubault, du Pont-Gilbert, de Courtils et de Moidrey, celle qui contient le plus de sels solubles est celle havelée de Roche-Torin, qui en renferme 5,785 p. o/o. Elle a été prise sur les mondrins (1) des sauniers. Puis viennent celle de Moidrey, qui en contient 0,78; celle du Pont-Gilbert, 0,291; enfin celle du Pontaubault, 0,21. Le chlorure de sodium (sel marin) entre généralement pour les sept dixièmes dans la quantité totale des sels solubles.

Ce résultat ne tend-il qu'à détruire l'opinion si généralement accréditée que la tangue est surtout utile parce qu'elle est salée?

A l'inverse des sels solubles dans l'eau, ceux qui se dissolvent dans les acides sont très-abondants. La tangue qui en contient le plus est celle du Pont-Gilbert; la proportion est de 45,90. Puis viennent celle du Pontaubault, 44,27; celle de Roche-Torin ou Courtils, 37,52; celle de Moidrey, 34,32. La substance qui y domine est le

---

(1) On appelle *mondrins* les monticules de tangue havelée que les sauniers amassent pour en extraire le sel par le lavage.

carbonate de chaux, qui en forme les 88 centièmes; les autres sont du carbonate de magnésie, du phosphate de chaux et de l'oxyde de fer.

Enfin les substances insolubles dans l'eau et dans les acides sont les plus abondantes. Elles se composent de silice, d'alumine et d'oxyde de fer. La silice est en partie à l'état pur sous forme de grains, en partie combinée à l'alumine et au fer, avec lesquels elle forme du mica et de l'argile. Aucun de ces corps n'étant parfaitement défini, il nous a été impossible de les reconstituer; nous dirons seulement que la tangue la plus chargée d'alumine est la plus argileuse. Celles dans lesquelles les proportions d'alumine et de fer se rapprochent le plus sont les plus abondantes en mica. Ainsi la tangue de Moidrey est la plus argileuse; celle du Pont-Gilbert est la plus micacée. D'après la composition moyenne des argiles, la silice et l'alumine étant dans la proportion de 2,9 à 1, si nous admettions que toute l'alumine provînt de l'argile, ce qui n'est pas parfaitement exact, la proportion de cette dernière substance serait pour la tangue de Moidrey de 25 p. 0/0; pour celle du Pontaubault de 23; pour celle du Pont-Gilbert de 22, et celle de Roche-Torin de 21.

La détermination au moins approximative de la quantité d'argile est indifférente, sans doute, pour l'agriculture; mais elle a une grande importance par les propriétés hydrauliques qu'elle communique aux matières calcaires avec lesquelles elle est unie, et nous verrons plus loin le parti que l'on peut tirer de la tangue sous ce rapport.

La recherche de la loi suivant laquelle se forme la tangue est de la plus haute importance; cette loi, je l'ai déjà dit plus haut, doit être la base du système de desséchement. Favoriser l'apport de la tangue, tel doit être l'objet des efforts constants de tous ceux qui voudront opérer des conquêtes dans la baie du Mont-Saint-Michel sans troubler les intérêts existants. Pour établir la théorie de la formation de la tangue, la chimie proprement dite ne suffit plus; il devient nécessaire d'appeler à notre aide quelques considérations géologiques.

Recherche de la loi de formation de la tangue.

Nous avons dit plus haut, et cela résulte de l'inspection du tableau ci-joint, que les substances dominantes dans la tangue étaient la silice et le carbonate de chaux. Si nous l'examinons de près, soit à l'œil nu, soit à la loupe, après en avoir extrait tous les sels solubles dans les acides, nous remarquerons de suite que le résidu est composé en grande partie de grains infiniment petits de quartz, au milieu desquels nous distinguons de nombreux points brillants : ce sont les paillettes de mica. Voilà donc deux des éléments du granite, le quartz et le mica. Le troisième, le feldspath, étant un silicate de potasse que l'eau, par une action prolongée, a la propriété de dissoudre, a dû nous échapper et concourir à la formation du sulfate de potasse, dont nous retrouvons, en effet, de nombreuses traces. Quant aux carbonates de chaux, de magnésie, et au phosphate de chaux, il est aisé de se rendre compte de leur présence, car ce sont les éléments constitutifs des coquilles et des arêtes de poisson. Nous en trouvons la

preuve évidente dans la substance que l'on désigne sous le nom de *mare de la Rance*, et qui n'est autre chose que de la tangue à son état primitif, alors que les coquilles n'ont point encore subi le ballottage qui les pulvérise et qui leur enlève toute espèce de forme. Il est d'ailleurs impossible de se rendre compte autrement de la présence d'une grande quantité de carbonate de chaux dans la tangue, attendu qu'aucune des rivières qui débouchent dans la baie ne coule sur un terrain calcaire.

Ainsi, à part la petite quantité d'argile à laquelle correspond en partie l'alumine, et dont une portion peut avoir été apportée par les rivières, nous voyons que les substances constitutives de la tangue, insolubles dans les acides, sont des détritus granitiques, et les sels solubles dans les acides, des débris de coquillages. Quant aux sels solubles dans l'eau, ce sont tous des corps que l'eau de mer tient ordinairement en dissolution, et qu'en s'évaporant elle a évidemment laissés. Or, si nous étudions la constitution géologique du littoral de la baie, et des vallées traversées par les cours d'eau qui y débouchent, nous les voyons exclusivement composés de schiste depuis Grandville jusqu'à Cancale; depuis le Pont-Gilbert jusqu'à Sourdeval; depuis le Pontaubault jusqu'à Saint-Hilaire; depuis Pontorson jusqu'à Antrain.

La partie supérieure des coteaux est seule en granite. Au milieu de cet immense bassin de schiste surgissent presque comme des accidents les îles de Chausey, le mont Dol, le mont Saint-Michel et Tomblaine, tous rochers granitiques, dont le pre-

mier, Chausey, est incessamment battu par les vagues, continuellement miné par elles. N'est-il pas évident alors que tous les éléments de la tangue, à l'exception toujours d'une portion de l'argile qu'elle renferme, sont exclusivement apportés par la mer? Cependant on ne trouve de tangue que dans les anses où débouchent les rivières. Sur tout le littoral de la Manche on en trouve à toutes les embouchures, même des plus petits ruisseaux, et dans l'enceinte même de la baie. Dès que l'on s'éloigne à quelques kilomètres de la Sée, de la Selune, du Couesnon ou du Vivier, la tangue disparaît complétement et fait place à un sable grossier dont j'ai présenté l'analyse sous le n° 6 du tableau. Comment donc expliquer cette anomalie apparente entre l'observation directe et l'étude du laboratoire? C'est ici le point délicat et important de la question, celui sur lequel je crois qu'il est nécessaire d'insister un peu.

La mer, chargée de détritus granitiques et coquilles qu'elle a violemment arrachés aux rochers situés sur son passage, fait irruption dans la baie avec la vitesse que nous avons signalée plus haut. Les matières dont elle est chargée sont à des états de grosseur fort différents : leur densité n'est pas non plus la même; or, suivant les lois les plus simples de la physique, elle doit déposer les matières les plus grossières et les plus denses les premières, et emporter avec elle toutes les autres. Elle entre donc dans le lit des rivières chargée d'une grande quantité de substances très-fines ou légères; là elle choque une masse fluide animée d'une vitesse en sens contraire de la sienne; de ce

choc naît une diminution de vitesse, et conséquemment un dépôt d'une partie des matières. En outre, l'eau de mer, qui a une densité moyenne de 1,0286, peut tenir en suspension des substances qu'avec une densité un peu moindre elle serait forcée de déposer : c'est ce qui a lieu lors de son mélange avec l'eau douce.

Si cette théorie est vraie, la tangue doit être d'autant plus fine et d'autant plus chargée de matière calcaire, qu'elle sera déposée plus haut sur le bord des rivières. En outre, dès que l'on s'éloignera de leur cours, ou dès que la masse d'eau douce ne sera plus dans un rapport un peu considérable avec celle d'eau de mer qui y pénètre, le dépôt ne devra plus être de la tangue, mais bien du sable plus ou moins grossier, et d'autant moins calcaire que l'éloignement sera plus grand, ou les masses d'eau moins comparables.

Eh bien ! il est impossible, je crois, de trouver à la théorie précédente une confirmation plus complète que celle qui ressort de l'inspection du tableau et de l'observation directe des faits. Si nous suivons dans la baie une ligne droite de l'est à l'ouest, nous trouvons la tangue du Pontaubault plus calcaire que celle de Roche-Torin ; celle-ci plus que le sable pris à sept kilomètres en aval du mont Saint-Michel ; ce dernier plus que la tangue du Vivier, et enfin celle-ci plus que la mare prise à l'embouchure de la Rance, qui se forme en quelque sorte dans la mer.

L'aspect physique nous présente une semblable confirmation. La tangue du Pontaubault est plus fine que celle de Roche-Torin ; celle-ci plus que le

sable pris à sept kilomètres du mont Saint-Michel ; mais la tangue du Vivier est plus fine que lui et plus fine aussi que la mare de la Rance, ce qui se conçoit, car la tangue du Vivier dépose très-près de la mer, mais sous l'influence d'un cours d'eau qui la tamise sans pouvoir cependant déterminer un dépôt abondant du calcaire, qui par sa moindre densité est emporté avec le flot.

La tangue que nous avons désignée sous le n° 1, et que nous avons prise à une lieue en amont du Pontaubault, semblerait seule en opposition avec la loi que nous avons développée. En effet, elle est déposée plus haut que celle du Pontaubault ; elle devrait donc être plus calcaire, tandis qu'effectivement elle ne contient que 29,47 de carbonate de chaux, tandis que l'autre en a 38,37. Mais remarquons aussi que cette tangue contient plus d'alumine, et conséquemment plus d'argile qui est l'élément dont les rivières apportent une partie ; c'est que la mer, arrivée là, réagit sur les rivières comme les rivières réagissent sur elle, et qu'il en résulte un dépôt des substances que chacune d'elles tient en suspension : ici la rivière est plus riche et la mer plus pauvre. Si l'on analysait la tangue formée plus haut, on trouverait nécessairement encore plus de dépôt fluviatile, moins de dépôt marin, jusqu'à ce qu'enfin la mer cessant de se faire sentir autrement que par un simple remous, il n'y ait plus de dépôt de tangue : c'est ce qui a lieu à Ducey.

Ainsi, quoique parmi toutes les substances constituantes de la tangue, aucune de celles qui sont utiles à l'agriculture ne soit apportée par les

rivières, cependant ces dernières sont nécessaires pour la détermination du dépôt. Rejeter les rivières hors de la baie, serait donc, selon nous, compromettre l'apport de nouvelles substances, et conséquemment l'exhaussement du sol. Cependant, hâtons-nous de le dire, toutes les rivières, tous les ruisseaux qui sillonnent la baie pourraient être aujourd'hui rejetés au loin, sans que les agriculteurs dussent éprouver la moindre inquiétude, attendu qu'il existe en ce moment, dans les vallées de la Sée, de la Selune et du Couesnon, une quantité de tangue plus que suffisante pour les besoins de l'agriculture pendant plusieurs milliers d'années; mais il est nécessaire pour la conquête que le sol continue à s'exhausser jusqu'au point de se couvrir par lui-même d'herbe.

De la tangue considérée comme matière calcaire.

Enfin je pense qu'il est de la plus haute importance de signaler une propriété de la tangue jusqu'alors restée inconnue, et qui peut ajouter à cette substance un nouveau degré d'utilité.

La proportion considérable de carbonate de chaux contenue dans quelques échantillons de tangue soumis à l'analyse, m'a porté à rechercher si ce corps ne pouvait pas être traité comme matière calcaire et utilisé dans les constructions. Déjà mon prédécesseur avait eu l'idée de l'employer à l'état cru, comme sable; mais ses essais n'avaient point réussi.

J'ai fait cuire une certaine quantité de tangue dans un fourneau à réverbère, pour convertir le carbonate de chaux en chaux pure. J'ai obtenu une substance faisant pâte avec l'eau et durcissant à l'air, à la manière des mortiers; seulement,

après le durcissement, la matière s'égrène facilement entre les doigts; ce qui tient à ce que la chaux n'avait pas subi une cuisson complète; car si nous prenons la tangue la plus calcaire, celle du Pont-Gilbert, nous voyons qu'elle contient 41,44 p. o/o de carbonate de chaux. Elle se trouve réduite après la cuisson à n'avoir plus que 23 parties de chaux sur 81 parties; ce sont exactement la proportion de la chaux et celle du sable dans les bons mortiers. La tangue calcinée, mise dans l'eau sous forme de cube, a éprouvé au bout de quinze jours un endurcissement égal à celui du savon ordinaire. Au bout d'un mois, elle avait fait une prise complète.

J'ai mélangé de la tangue avec de la pierre calcaire de Coutances, pulvérisée dans des proportions diverses; j'ai fait cuire chaque mélange dans un fourneau à réverbère, et toujours simultanément de la chaux grasse de Coutances et de la chaux hydraulique de l'Épinay-Tesson, département du Calvados, afin de pouvoir établir la comparaison. Voici les résultats de ces expériences: tous les mélanges de tangue et de chaux grasse dans lesquels la proportion de chaux a égalé celle de tangue, ont produit un mortier durcissant parfaitement à l'air, et résistant à toutes les influences atmosphériques. De tous les mélanges, celui qui a obtenu sous l'eau le plus prompt durcissement a été celui de 45 parties de tangue pour 100 de chaux. Sa prise a été opérée en dix jours; c'est huit jours plus tôt qu'avec la chaux hydraudique de l'Épinay-Tesson.

Je compte, dans le courant de l'année, recom-

mencer les expériences déjà faites en les multipliant. Il serait de la plus haute importance pour les arrondissements d'Avranches et de Mortain, et pour la plus grande partie du département d'Ille-et-Vilaine, de trouver dans la baie du Mont-Saint-Michel une source de calcaire, et surtout de calcaire hydraulique dont ces contrées sont totalement privées.

Enfin j'oserai, en terminant ce rapport, faire une observation qui ne me paraît pas sans importance. Après de nombreux tâtonnements, après beaucoup d'essais infructueux, grâce au génie et à la persévérance d'un illustre ingénieur, M. Vicat, la théorie de la formation des mortiers hydrauliques et des pouzzolanes a reçu ses premiers fondements; mais cette théorie est encore loin d'être complète, et la pratique de son côté réclame vivement l'étude des propriétés spéciales aux matériaux des carrières de chaque département. Les travaux statistiques entrepris et poursuivis avec ardeur par M. Vicat peuvent bien servir de point de repère dans cette recherche; mais il est impossible qu'obligé de parcourir cinq ou six départements chaque année, cet habile ingénieur puisse explorer toutes les carrières, et prendre les échantillons de chacun des bancs qui les composent. J'en citerai un exemple assez sensible : pendant dix-huit mois que je passai dans le département de Saône-et-Loire, chargé du service de l'arrondissement de Louhans, je m'occupai des études d'amélioration de la navigation de la Seille. Frappé des prix élevés du ciment de Pouilly et de la chaux hydraulique de Chagny, les seuls dont on fît usage

dans cette localité, j'eus l'idée d'expérimenter les pierres calcaires des bords de la Saône, et notamment celles des carrières de Prety, situées sur la rive gauche. Je trouvai, en effet, plusieurs bancs qui contenaient jusqu'à 18 p. o/o d'argile, et qui fournissaient, par la cuisson, un calcaire durcissant bien sous l'eau. Cependant quelques mois après parut, dans les *Annales*, la statistique de M. Vicat, relative au département de Saône-et-Loire, où je vis avec étonnement un anathème prononcé contre les carrières des bords de la Saône. Certes si j'eusse connu cette statistique avant d'entreprendre les expériences, je n'eusse pas osé les faire, et cependant ces essais, plusieurs fois répétés, m'ont toujours conduit au même résultat. Je me suis fort bien expliqué la raison de cette divergence, lorsque je sus que M. Vicat, en passant à Tournus, n'avait pris que des échantillons de la rive droite.

Il me semble donc qu'il serait fort important de créer dans chaque département un laboratoire de chimie, composé uniquement de ce qui serait nécessaire à l'analyse des pierres calcaires et des mortiers, c'est-à-dire quelques acides, un peu d'ammoniaque et de potasse, et un petit nombre d'ustensiles dont la dépense ne dépasserait pas la somme modique de 500 fr. Le plus jeune des ingénieurs, comme ayant les considérations chimiques plus présentes à l'esprit et plus d'habitude des manipulations, serait généralement chargé d'analyser les échantillons que ses collègues et lui-même recueilleraient dans les environs.

Je ne doute pas que de cette façon on ne par-

vienne à connaître en très-peu d'années et très-exactement tout le parti qu'il est possible de tirer, pour l'art des constructions, de la constitution du sol de la France.

RÉSULTATS PRINCIPAUX

Des expériences faites dans le laboratoire de Mézières, pendant l'année 1841;

Par M. SAUVAGE, Ingénieur des mines.

I. *Essai des tourbes de Sécheval.* — Il existe dans les arrondissements de Rocroy et de Mézières des dépôts considérables de tourbe exploitée pour les usages domestiques. La plus grande partie de ces dépôts se trouve à des niveaux élevés, sur les plateaux de l'Ardenne; les autres se rencontrent à la source de presque tous les ruisseaux et dans les vallées un peu spacieuses. Ces tourbes sont moulées pour la plupart. La tourbe de Sécheval passe pour être de la meilleure qualité; on s'en sert pour le chauffage des brasseries et pour celui d'une chaudière de machine à vapeur, à Renwez. Cette tourbe est brune, assez compacte; elle pèse, après qu'elle a été desséchée à l'air, 300 kil. le stère. Elle laisse après la combustion 0,083 de cendres qui sont entièrement argileuses. Par calcination brusque, elle donne 0,303 de charbon (y compris les cendres). Desséchée à 100° dans une étuve jusqu'à ce qu'elle ne perde plus rien de son poids, elle abandonne 0,305 d'eau qui n'emportent qu'une trace de matières organiques. La tourbe de Sécheval est donc composée de :

Eau.	0,305
Matières volatiles combustibles.	0,392
Charbon.	0,220
Cendres.	0,083
	1,000

Elle donne 12 de plomb avec la litharge, et équivaut par conséquent à 0,35 de charbon.

II. *Analyse des cendres de tourbe de la vallée de la Bar.* — Nous avons donné, *Annales des Mines*, t. XIII, p. 52, l'analyse des tourbes de la vallée de la Bar. Les cendres que laissent ces tourbes après la combustion, et qui forment le $\frac{1}{10}$ de la matière brute, sont de couleur rose; elles sont très-légères et très-hygrométriques. L'échantillon sur lequel nous avons opéré avait repris beaucoup d'eau, il a perdu 0,112 de ce liquide à la chaleur de 100°. La chaux que la cendre renferme est partie à l'état de carbonate, partie à l'état caustique, partie combinée avec la silice. Pour faire l'analyse, on a fait rougir légèrement la matière avec du carbonate d'ammoniaque pour carbonater la chaux libre. On a traité les cendres ainsi préparées, successivement par l'eau, l'acide acétique, l'acide hydrochlorique et la lessive de potasse. La dissolution hydrochlorique contenait de l'alumine, de la chaux, de l'oxyde de fer, de la magnésie et des alcalis. Une forte proportion de silice gélatineuse a été mise à nu. La calcination, sous l'influence de la chaux et de l'oxyde de fer, a donc rendu une portion de l'argile attaquable par les acides. On y a trouvé :

Carbonate de chaux.	0,1955
Argile.	0,2120
Silice.	0,1550
Alumine	0,0950
Oxyde de fer.	0,1115
Chaux.	0,0650
Magnésie et alcalis.	0,0260
Sulfate de chaux.	0,1325
	0,9925

Ces cendres renferment une trop forte proportion de sulfate de chaux pour qu'il soit possible d'employer la tourbe à la fusion des minerais de fer. Elles seraient d'un excellent emploi dans l'agriculture.

III. *Analyse de cinq terres végétales des environs de Fumay.* — Toute la partie du département des Ardennes, située au nord de Charleville, est formée par les divers étages du terrain ardoisier. C'est un pays montagneux entièrement boisé, dont le niveau s'élève à 450 mètres au-dessus de l'Océan. Les terres arables y sont rares, et l'on n'a de récolte que dans quelques parties basses des vallées. Une pratique fort ancienne, par laquelle on peut obtenir une ou deux récoltes après chaque coupe, est usitée dans les Ardennes. C'est l'*essartage* ou *sartage*. L'opération consiste à brûler sur les coupes qu'on vient d'exploiter les branches, broussailles, feuilles, brindilles, genêts, bruyères et autres arbustes laissés sur le parterre de la coupe. On peut faire, après cette combustion, une ou deux récoltes, après quoi la coupe se repeuple comme à l'ordinaire. Il y a deux manières d'*essarter*; l'une est l'*essartage à feu courant*, qui consiste à embraser les débris qui se trouvent sur le sol par un temps sec et un vent convenable; l'autre est l'*essartage à feu couvert* que l'on pratique en levant avec le hoyau une couche de terre destinée à former quantité de fourneaux isolés auxquels on met le feu. Quand la terre est réduite en cendres, on l'étend sur le sol. Ces deux modes ont chacun leurs avantages et leurs inconvénients. Depuis longues années, les communes et l'administration forestière sont en lutte permanente au sujet de l'*essartage*; les unes cherchent à conserver un

droit qu'elles tiennent des anciens seigneurs et en vertu duquel elles peuvent forcer leur sol ingrat à produire quelques grains; elles en abusent souvent; l'autre s'élève contre ces abus; elle attribue, à tort ou à raison, le dépérissement incontestable de nos forêts aux pratiques du *sartage*; et elle voudrait, en supprimant ces pratiques, livrer à une culture régulière une certaine étendue du pays boisé. Il nous paraît difficile qu'on parvienne à ce résultat, et nous ne sommes pas d'ailleurs convaincu que le *sartage*, exécuté avec soin et sous la surveillance de l'administration forestière, soit la cause principale du dépérissement des forêts (1).

Nous avons analysé cinq terres végétales des environs de Fumay; elles se trouvent sur des plateaux élevés à 460 mètres au-dessus du niveau de la mer, environ 330 mètres au-dessus du lit de la Meuse. Ces terres sont :

A. Une terre *vierge* ou du moins non *sartée* depuis plus de quatre siècles, provenant de la forêt domaniale de la Houssière, rive droite de la Meuse.

B. Une terre *sartée à feu courant*, dans le mois d'août 1839. Elle a été recueillie pour l'analyse en avril 1840.

C. Une terre *sartée à feu courant*, il y a 22 ans.

D. Une terre *sartée à feu couvert* en août 1839, recueillie en avril 1840.

E. Une terre *sartée à feu couvert*, il y a 22 ans.

Ces terres sèches sont d'un gris clair ou d'un blond sale. Elles sont composées de gros fragments de schiste et de quartz du terrain ardoisier et de débris de végétaux que l'on peut trier à la main;

(1) Voyez l'article *Sartage* dans le Dictionnaire général des eaux et forêts, par M. Baudrillard, tome II, Paris, 1825.

de fragments plus petits qui restent sur le tamis de crin, quand on tamise la terre, opération qui se fait facilement; de parties plus ténues encore qui restent sur le tamis de soie, et de parties fines que l'on peut séparer en deux lots en délayant la terre dans l'eau et lavant par décantation. Une partie très-divisée et assez abondante reste en suspension dans le liquide.

Le tableau suivant présente les résultats obtenus par ces opérations successives.

	FRAGMENTS de la grosseur d'une noix et au-dessous triés à la main. Débris de végétaux.	FRAGMENTS qui restent sur le tamis		SABLE FIN.	
		de crin.	de soie.	Partie tenue en suspension dans l'eau.	Partie lourde obtenue par décantation.
1,000. A =	0,2615	0,1905	0,0348	0,2274	0,2858
1,000. B =	0,0980	0,3205	0,0390	0,2541	0,2984
1,000. C =	0,1850	0,1550	0,0200	0,3920	0,2480
1,000. D =	0,1691	0,2451	0,0016	0,3068	0,2774
1,000. E =	0,1835	0,1521	0,0019	0,3325	0,3300

Les terres, après avoir été séchées à l'air, ont été saturées d'eau sur un filtre, puis desséchées de nouveau.

A	a absorbé 0,457	d'eau : la terre saturée en contient donc	0,313
B	0,600		0,375
C	0,630		0,386
D	0,670		0,400
E	0,743		0,427

La proportion d'eau que ces terres absorbent est

très-considérable, car le sable pur absorbe 0,24 de son poids d'eau, et l'argile plastique d'Andenne (Belgique) 0,597. Nos terres ont donc un pouvoir absorbant comparable à celui des argiles.

Les terres *sartées* sont plus hygrométriques que la terre *vierge*, ce qui tient uniquement à ce que les particules de cette dernière sont plus grossières.

Nous avons exposé les terres saturées d'eau à une dessiccation spontanée à l'air libre. La température de la chambre était de 15° C. Le temps était sec. La dessiccation des cinq terres a été complète au bout de cinq jours. En suivant les phases de cette dessiccation, on reconnaît que la vitesse d'évaporation est proportionnelle au pouvoir absorbant, de façon, par exemple, qu'au bout de trois jours, chacune des terres avait perdu les $\frac{5}{6}$ de l'eau qu'elle contenait.

L'analyse du sable fin a donné :

	A	B	C	D	E
Eau et matières organiques	0,094	0,130	0,172	0,094	0,124
Matières solubles dans l'acide acétique	0,016	0,016	0,012	0,026	0,024
Matières solubles dans l'acide hydrochlorique	0,046	0,042	0,052	0,050	0,050
Résidu blanc insoluble dans les acides	0,844	0,812	0,764	0,830	0,802
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

La partie soluble dans l'acide acétique renferme :

Chaux	0,188
Oxyde de fer	0,500
Oxyde de manganèse et alcalis	0,312
	1,000

L'oxyde de fer que dissout l'acide acétique paraît être dans la terre à l'état de protoxyde. Il provient

probablement de peroxyde en partie réduit par les matières organiques.

La partie soluble dans l'acide hydrochlorique se compose de :

Alumine.	0,565
Protoxyde de fer.	0,435
Traces de chaux et de magnésie.	
	1,000

Le reste, inattaquable par les acides, contient :

Silice (qui était combinée avec les bases de la dissolution hydrochlorique).	0,0650
Silice et quartz.	0,8032
Alumine.	0,1109
Chaux.	0,0049
Magnésie.	0,0049
Alcalis et perte.	0,0121
	1,0000

Le silicate attaquable par l'acide hydrochlorique forme le dixième du poids total. Sa composition est la suivante :

Silice.	0,54
Alumine.	0,26
Protoxyde de fer.	0,20
Chaux, magnésie et alcalis.	traces.
	1,00

Ces terres sont le résultat de l'altération et de la désagrégation des schistes ardoisiers qui sont des silicates d'alumine, de fer, etc., dont une partie se laisse attaquer par l'acide muriatique.

La terre vierge A, fondue avec cinq parties de litharge, a produit 0,82 de plomb, équivalant à 0,0241 de charbon, ce qui représente environ, matières organiques. 0,060

La terre B, sartée à feu courant en août 1839, produit 1,19 de plomb, équivalant à 0,035 de

charbon, ce qui représente environ, matières organiques. 0,087

La terre C, sartée à feu courant il y a 22 ans, produit 1,64 de plomb, équivalant à 0,048 de charbon, ce qui représente, matières organiques. 0,120

La terre D, sartée à feu couvert en août 1839, produit 1,00 de plomb, équivalant à 0,030 de charbon; ce qui représente, matières organiques. 0,75

La terre C, sartée à feu couvert il y a 22 ans, produit 1,30 de plomb, équivalant à 0,038 de charbon, ce qui représente environ, matières organiques. 0,095

Les terres végétales des plateaux de l'Ardenne n'offrent donc que de bien faibles différences de composition, soit qu'on les prenne à l'état vierge, soit qu'on les prenne huit mois après l'essartage, ou 22 ans après cette opération. Il ne se produit qu'une très-petite quantité de terreau pendant cette période de 22 ans. L'*essartage* n'apporte pas d'ailleurs de grandes différences dans la nature chimique de la terre; il ne peut avoir pour effet que de diviser la terre végétale, de la rendre moins compacte et de produire des cendres de végétaux dont les éléments alcalins sont promptement absorbés pendant l'acte de la végétation.

IV. *Analyse de la terre à briques de Balaives.* — Les fentes et crevasses de la *grande oolithe* recèlent, dans les Ardennes, outre les argiles de diverses couleurs et le minerai de fer, du sable blanc siliceux sans la moindre trace d'argile, du sable blanc mêlé d'un peu de glaise et plus gras, et de l'argile blanche employée pour la fabrication des poteries.

On exploite le sable blanc légèrement argileux, pour la fabrication des briques réfractaires, à Balaives et à Barbancroc.

Le sable de Balaives lavé par décantation, laisse 0,728 de sable fin parfaitement blanc et entièrement quartzeux. La matière légère tenue en suspension est de l'argile presque pure; elle est composée de

Eau.	0,025
Argile.	0,239
Oxyde de fer.	0,004
Carbonate de chaux.	0,004
	0,272

Les briques réfractaires de Balaives sont regardées comme les meilleures du département; cependant il est rare qu'elles résistent à la double action de la chaleur et des matières corrosives. Elles sont en effet trop siliceuses et par suite trop facilement attaquables par les substances basiques. Le département des Ardennes ne renfermant aucune argile pure parfaitement réfractaire, les maîtres de forges auront avantage à fabriquer les briques qu'ils emploieront au moyen des argiles d'Andenne (Belgique), qui ne reviennent pas à un prix très-élevé. Ils obtiendront le sable nécessaire à cette fabrication, soit en broyant les cailloux blancs quartzeux qu'il est facile de se procurer dans le pays, soit en prenant les sables exempts d'oxyde de fer et de carbonate de chaux qui forment des amas à l'affleurement des calcaires blancs de la *grande oolithe*.

V. *Analyse de la marne dite cendre d'Enelles*. Parmi les argiles de la période diluvienne, qui remplissent les fentes et les crevasses de la *grande oolithe*, il en est une remarquable qu'on

emploie pour l'amendement des prairies artificielles. On la rencontre dans les bois d'Enelles, arrondissement de Mézières, près des gîtes de minerai de fer; elle remplit, dans le calcaire blanc, plusieurs cavités étroites qui ont jusqu'à 18 mètres de profondeur. Cette argile est noire, parfois d'un brun très-foncé, bitumineuse et sulfureuse. Elle repose sur une marne jaune ou rose et sous 3 à 4 mètres de terrain détritique, composé de blocs calcaires, d'argile et de sable ; elle renferme quelques fossiles provenant, selon toute apparence du terrain qui encaisse l'argile.

La cendre d'Enelles est composée de

Eau et matières organiques.	0,206
Acide sulfurique libre.	0,001
Sulfate de chaux.	0,021
— de fer et d'alumine.	0,014
Carbonate de chaux.	0,010
Hydrate d'oxyde de fer.	0,006
Argile (avec 0,01 à 0,02 au plus de pyrites).	0,742
	1,000

Elle diffère des argiles du lias et de celles des grès verts (1), employées comme amendement, par la forte proportion de matières organiques qu'elle contient ; sous ce rapport, elle se rapproche de certaines argiles tertiaires dont nous avons donné l'analyse dans le compte rendu des travaux en 1840.

VI. *Analyse de la marne brute de Flize.*— Nous avons donné, *Annales des Mines*, t. XVIII, p. 517, l'analyse de la marne sulfureuse de Flize,

(1) L'analyse de ces dernières a été donnée, *Annales*, t. XVIII, p. 516.

calcinée à l'air libre, en faisant connaître le gisement de l'emploi de cette marne.

La terre brute a été analysée en la traitant successivement par l'eau, par l'acide acétique, par l'acide hydrochlorique et par l'eau régale; elle est composée de la manière suivante :

Eau et matières bitumineuses. .	0,176
Sulfate de chaux.	0,034
— de magnésie.	traces.
Carbonate de chaux.	0,236
— de magnésie. . . .	0,048
Peroxyde de fer.	0,038
Alumine (à l'état d'hydrate). .	0,038
Argile.	0,370
Pyrites de fer.	0,060
	1,000

Cette terre, ainsi qu'on l'avait soupçonné d'après les résultats de l'analyse de la marne brûlée, renferme une assez forte proportion d'hydrate d'alumine. On remarquera aussi que les proportions relatives de sulfate et de carbonate de chaux diffèrent de celles qui existent dans la marne brûlée. Il est possible qu'une portion des pyrites ait, par le grillage à une basse température, et en réagissant sur le carbonate, donné naissance à une partie du sulfate de chaux. La combustion lente à laquelle on soumet la terre de Flize n'aurait point alors seulement pour effet de produire une matière légère très-divisée et très-hygrométrique, elle augmenterait la proportion de chaux sulfatée qui est la substance énergique.

VII. *Analyse de la marne de Signy-l'Abbaye.* — La partie inférieure de la formation de l'*oxford-clay* renferme, dans les Ardennes, de nombreuses couches de marne. Cette marne est plus ou moins chargée de sulfate de chaux. On la

répand, à forte dose, sur les terres trop calcaires et trop poreuses. Quand la proportion de sulfate de chaux est considérable, la marne agit de deux manières : mécaniquement en rendant le sol plus compacte, moins perméable à l'eau; chimiquement par le plâtre qu'elle contient. Les parties inférieures paraissent être les plus riches en sulfate de chaux.

La marne de Signy-l'Abbaye, desséchée à 100°, perd 0,016 d'eau hygrométrique. Elle en abandonne encore 0,028 à la chaleur rouge. Elle se laisse pétrir à la manière de l'argile, mais elle tombe en poussière par la dessiccation. Elle ne laisse presque rien à la lévigation. Traitée successivement par l'eau, les acides acétique, hydrochlorique l'eau régale et la lessive de potasse, elle a donné

Eau hygrométrique	0,016
Eau combinée	0,028
Sulfate de chaux	0,006
Carbonate de chaux	0,128
— de magnésie	0,010
Silice	0,094
Alumine	0,024
Protoxyde de fer	0,014
Magnésie	0,016
Pyrites de fer	0,034
Sable quartzeux très-fin et très-peu argileux	0,618
	1,000

Elle ne renferme qu'une très-petite proportion de sulfate de chaux et de pyrites de fer ; par conséquent elle ne peut guère agir que mécaniquement. Il est même probable que, dans les temps secs, l'action qu'elle exerce est très-peu énergique; car elle ne renferme que peu d'argile, et le sable qui en constitue la plus grande partie, très-hygrométrique en raison de la finesse des grains, doit perdre promptement l'eau qu'il a absorbée.

VIII. *Analyse des nodules calcaires de la partie supérieure de l'oxford-clay.* — On rencontre, au milieu de la couche de minerai de fer (1), qui occupe la partie supérieure de l'oxford-clay, des nodules d'un calcaire gris compacte. Ces nodules ayant une densité considérable, nous y avons soupçonné la présence du carbonate de fer. L'analyse, en effet, nous a donné :

Eau.	0,060
Carbonate de chaux.	0,530
— de protoxyde de fer.	0,290
Argile.	0,120
	1,000

Le carbonate double de fer et de chaux, qui constitue ce minéral, est composé de deux atomes de carbonate de chaux et d'un atome de carbonate de fer. La formule minéralogique est $FC^2 + CaC^2$.

Cette substance équivaudrait, dans le haut-fourneau, aux 0,46 de son poids de carbonate de chaux pur, et, à raison de la quantité notable de fer qu'elle contient, elle pourrait être employée à la fois comme *castine* et comme minerai de fer.

IX. *Analyse d'un dépôt formé dans une tuyère à eau.* — On fabrique, dans quelques usines, des tuyères à eau en coulant la fonte, qui doit former la buse autour d'un canon de fer convenablement recourbé. Ce mode est d'une exécution facile et très-économique. Par malheur, des concrétions qui finissent par arrêter le courant d'eau se forment facilement dans l'intérieur du tube de fer. Nous avons examiné l'une de ces concrétions provenant des tuyères de Dammarie;

(1) Nous avons donné l'analyse des minerais de ce gisement, *Annales*, t. XX, p. 212.

nous avons vu qu'elle consistait en carbonate de chaux presque pur qui s'est déposé par couches successives.

Nous ne voyons aucun moyen de prévenir la formation de ces dépôts. Peut-être parviendrait-on à les dissoudre à l'aide d'un courant d'acide muriatique étendu. Il ne faudrait point attendre, pour le tenter, que le tube fût complétement obstrué.

X. *Analyse du minerai de fer d'Enelles.* — Ce minerai se rencontre dans les cavités de la *grande oolithe.* Il appartient à la période diluvienne. Le gîte qui le recèle consiste en plusieurs amas, qui remplissent à une profondeur d'environ 60^m les boyaux creusés dans les calcaires blancs. Le minerai affecte diverses formes. Il est en *stalactites* ou en *stalagmites*, en fragments informes, ou en gros grains luisants assez irréguliers. Le minerai *stalactiforme* est le plus pur. Il se trouve généralement le long des parois de la cavité; il est brun foncé, à cassure mate et unie. Le minerai en grains, qui occupe la partie centrale des amas, est d'une couleur plus jaune, la cassure en est plus raboteuse.

Les minerais qui existent en amas dans les fentes et les dépressions de l'étage jurassique inférieur sont les seuls qui donnent du fer de bonne qualité. Malheureusement le dépôt en est fort irrégulier et la découverte en est difficile et coûteuse. On ne peut donc l'employer qu'en petites proportions, en le mélangeant avec les minerais phosphoreux des autres formations géologiques.

L'échantillon que nous avons analysé est de la variété *stalactiforme*. Il est composé de :

Peroxyde de fer.		0,750
Argile 0,120.	Silice.	0,089
	Alumine. . . .	0,031
Oxyde de manganèse.		0,003
Eau.		0,127
		1,000

Il n'y a point de traces d'acide phosphorique.

Ce minerai est donc un mélange d'hydrate de peroxyde de fer et d'argile. Les 0,127 d'eau se divisent en deux parties; l'une 0,110 est combinée avec les 0,750 de peroxyde de fer et donne le fer hydraté $2\,Fe^2O^3 + Aq^3$ connu en minéralogie; l'autre 0,017 est combinée avec les 0,120 d'argile et donne l'argile simple dont la formule est $AS^3 + Aq$.

XI. *Analyse du minerai de fer de Gespunsart.* — Plusieurs *amas couchés* de minerai de fer sont compris entre les schistes de l'étage ardoisier supérieur. Le minerai qu'on en extrait est en général pauvre, mélangé de quartz et de schiste et souvent très-pyriteux. On ne l'a jamais employé qu'en très-petite proportion, et l'on a bientôt renoncé à ces exploitations coûteuses et peu productives.

La seule minière de ce genre qui donne encore quelques produits, est située dans le bois des Hazelles (Gespunsart). Le minerai qu'on en extrait, quand il n'est pas mélangé de quartz et de schiste, est riche et de qualité moyenne. Deux puits très-rapprochés et destinés, l'un à l'aérage, l'autre à la descente des ouvriers et à l'extraction du minerai, atteignent à la profondeur de 20 à 25 mètres le gîte qui est l'objet de l'exploitation. Celui-ci consiste en plusieurs veines de fer oxydé hydraté, accompagné d'argile noire et d'argile

ferrugineuse, et intercalé dans les feuillets du schiste argileux qui constitue le terrain voisin.

Du fond du puits d'extraction, une petite galerie taillée en escalier descend suivant la pente des feuillets de schiste jusqu'à une profondeur de 20 à 25 mètres. C'est dans cette direction que les veines de minerai présentent le plus de régularité et d'épaisseur. La plus puissante a de 10 à 15 centimètres d'épaisseur; les autres, au nombre de cinq ou six, se réduisent souvent à des nœuds ferrugineux disposés par lits, de 1 à 4 centimètres, et disparaissent quelquefois entièrement. De petites fouilles latérales ont fait voir que de part et d'autre de la galerie principale, les veines de minerai s'amincissent et ne présentent plus que des ramifications de peu d'étendue. Le minerai est donc peu abondant. Pour l'extraire, on est obligé de creuser une galerie où la substance exploitée n'occupe que la moindre partie de la hauteur fouillée, de séparer, par un triage à la main, les morceaux de minerai des matières stériles qui les accompagnent, et d'élever au jour, en pure perte, une grande quantité de déblais. Deux mineurs sont employés aux travaux, et reçoivent chacun 3 fr. à 3 fr. 50 par jour. Par suite des difficultés de l'exploitation et du prix élevé de la main-d'œuvre, les 1000 kilog. de minerai reviennent environ à 14 fr., y compris le prix du transport aux forges, lequel entre pour 6 fr. dans le prix total.

Nous avons analysé ce minerai qui est composé de :

Peroxyde de fer.	0,634
Protoxyde de fer.	0,012
Oxyde de manganèse.	0,006
Magnésie.	0,004
Acide phosphorique.	0,009
Silice.	0,032
Alumine.	0,016
Quartz.	0,177
Eau.	0,110
	1,000

Il est très-phosphoreux et ne peut donner qu'un fer de qualité médiocre. Il renferme 0,46 de fer métallique.

XII. *Analyse du minerai du Tremblois*. — Le minerai du Tremblois est en très-petits grains rouges, disséminés dans une argile ocreuse. Il appartient à un dépôt superficiel qui se trouve exactement sur la limite du terrain ardoisier et du calcaire sableux du lias, et en partie sur ce dernier. Il remplit les cavités et les dépressions du terrain inférieur. On y rencontre quelques fragments de diverses grosseurs, peu volumineux. On n'y trouve point de fossiles. Le dépôt suit toutes les irrégularités du sol, et a tous les caractères d'un gîte superficiel. Certaines cavités ont jusqu'à 3 et 4 mètres de profondeur, et le minerai n'est point recouvert. On l'enlève à la bêche sans aucun déblai. Il est composé de :

Peroxyde de fer.	0,584
Oxyde de manganèse.	0,004
Acide phosphorique.	0,007
Argile.	0,235
Eau.	0,170
Traces d'oxyde de chrôme. .	
	1,000

Il renferme 0,40 de fer métallique.

Fondu seul, ce minerai ne produirait qu'une fonte de qualité médiocre à raison de l'acide phosphorique qu'il recèle. On ne l'emploie qu'en mélange avec d'autres minerais, principalement dans la fabrication de la fonte de moulage. La tonne de minerai lavé coûte sur place environ 8 fr. 50 c.

XIII. *Analyse du minerai d'Écurey (Meuse).* — Le minerai d'Écurey que l'on emploie dans le haut-fourneau de Dammarie à la fabrication de la fonte de moulage est en petits fragments géodiques d'hydrate de peroxyde. Il se trouve en amas dans la partie inférieure du terrain *néocomien*. La poussière est d'un brun rouge. Il est très-faiblement magnétique.

Il est composé des éléments suivants :

Peroxyde de fer	0,582
Oxyde de manganèse	0,008
Alumine	0,050
Silice gélatineuse	0,030
Protoxyde de fer	0,012
Magnésie	0,006
Argile	0,156
Chaux	0,008
Eau et acide carbonique	0,148
	1,000

Le minerai a été traité directement par la lessive de potasse, à la chaleur de l'ébullition ; il a abandonné 0,04 d'alumine, laquelle se trouve à l'état d'hydrate. La silice qualifiée de *silice gélatineuse*, a été enlevée par la dissolution de potasse après l'attaque par l'acide hydrochlorique, et comme la dissolution acide contenait plus d'alumine que n'en a donné le traitement direct par l'alcali, il en résulte qu'il existe dans le minerai

une faible proportion de silicate de protoxyde de fer et d'alumine composé à peu près de :

Silice.	0,030	ou	Silice.	0,518
Alumine.	0,010		Alumine.	0,173
Protoxyde de fer.	0,012		Protoxyde de fer.	0,206
Magnésie.	0,006		Magnésie.	0,103
	0,058			1,000

D'après l'analyse précédente, le minerai d'Écurey renferme 0,415 de fer métallique. Il est très-alumineux, et si on le fondait seul, il faudrait y ajouter 0,15 à 0,20 de quartz, et 0,30 à 0,35 de carbonate de chaux pour obtenir un laitier bien fusible. Nous n'y avons point recherché l'acide phosphorique.

Les boues qui sortent du bocard d'Écurey lors de la préparation mécanique du minerai sont conduites successivement dans plusieurs bassins d'épuration. Les premiers dépôts paraissent encore riches en oxyde de fer ; nous les avons examinés afin de voir s'il n'y aurait point avantage à les utiliser.

Le dépôt du premier bassin contient :

Eau.	0,176
Argile.	0,304
Peroxyde de fer.	0,520
	1,000

Il produirait encore environ 0,35 de fer. Pour l'employer dans le haut-fourneau, il faudrait façonner des briques, et pour cela, gâcher la matière avec 0,10 environ de son poids de chaux vive, en préparant à l'avance un lait de chaux.

Le dépôt du second bassin contient :

Eau.	0,114
Argile.	0,526
Peroxyde de fer.	0.360
	1,000

Et par suite, il ne donnerait que 0,25 de fer métallique. Il doit être rejeté.

XIV. *Analyse d'un laitier de Dammarie (Meuse).* — On obtient souvent à Dammarie, dans les coulées en bonne fonte grise, un laitier parfaitement bulleux, extrêmement poreux et léger. Nous y avons trouvé :

Silice.	0,4567
Alumine.	0,1900
Chaux.	0,3466
Magnésie.	0,0066
	0,9999

C'est à très-peu près le silicate simple B S.

XV. *Analyse de deux échantillons d'étain allié.* — On commence à faire un grand usage d'ustensiles en fonte étamée, que certains industriels réussissent à fabriquer avec une grande perfection. L'étamage se fait facilement; il convient d'employer une bonne fonte grise, douce, facile à limer et à tourner; on la décape avec l'acide nitrique étendu, et on applique l'alliage par la méthode ordinaire.

Nous avons analysé deux de ces alliages qui sont composés de :

Étain.	0,742	0,870
Antimoine.	0,090	0,100
Nickel.	0,050	0,030
Fer.	0,110	»
Plomb.	»	traces
	1,000	1,000

RÉSULTATS PRINCIPAUX

Des expériences faites dans le laboratoire de Dijon, pendant l'année 1841;

Par M. GUILLEBOT DE NERVILLE, Aspirant-Ingénieur des mines.

1° *Essai de l'anthracite de Sincey* (Côte-d'Or). — Le combustible exploité à la Charmée, commune de Sincey, se présente avec tous les caractères de l'anthracite, au milieu de couches de schistes et de grès qui paraissent devoir être rapportées au terrain houiller proprement dit.

Il est d'un noir métalloïde; sa structure est tourmentée, et le moindre choc le divise en petits fragments lenticulaires à surfaces lisses. Il manque de cohésion et se pulvérise facilement entre les doigts en y laissant une légère empreinte noire.

Il brûle sans donner de flamme ni d'odeur sensible, et le plus souvent sans décrépiter; la calcination en vase clos ne change pas sa forme et ne lui fait perdre que 8,6 p. o/o de son poids.

Plusieurs échantillons soumis aux divers essais destinés à en faire connaître la composition et le pouvoir calorifique ont donné des résultats dont les différences n'ont jamais excédé quelques centièmes et dont les nombres suivants représentent la moyenne :

Charbon.	0,826
Cendres.	0,088
Matières volatiles. . .	0,086
	1,000

Plomb avec la litharge, 28gr.,52; d'où, pouvoir calorifique, 0,84.

Les cendres étaient argileuses, sans mélange de calcaire, et d'une couleur légèrement blonde qui n'accusait que des traces de peroxyde de fer.

Le gîte d'anthracite de Sincey est depuis six ans le théâtre des travaux de recherches de deux sociétés rivales. Plusieurs veines de combustible ont été reconnues; mais une seule, la couche principale, d'une épaisseur moyenne d'un mètre, est le siége de travaux d'exploitation. L'allure générale de cette couche est en rapport avec la structure tourmentée que présentent tous les blocs d'anthracite extraits de la mine; c'est une succession d'amas lenticulaires entrelacés de schistes dont les faces de contact portent de nombreuses stries de glissement. Il semblerait donc qu'à l'époque du relèvement des couches, toute la masse de combustible aurait subi une trituration exercée par les parois du gîte.

L'anthracite de Sincey n'est encore employée que dans un rayon de peu d'étendue au chauffage domestique et à la cuisson des briques et de la chaux. Sa nature permettrait sans doute à l'industrie du fer d'en tirer un bon parti, et le voisinage de ce gîte pourrait être d'une véritable utilité pour les usines de l'arrondissement de Semur, si les travaux de recherches y faisaient découvrir des ressources certaines.

2° *Analyse d'une argile réfractaire de Brazey* (Côte-d'Or). — Cette argile forme une couche de 0m,90 de puissance dans le terrain tertiaire supérieur des environs de Brazey; elle est d'une constitution homogène, douce au toucher, et de couleur blanchâtre; fortement calcinée, elle n'é-

prouve que très-peu de retrait et ne se fendille pas.

On a songé à utiliser cette argile pour construire la chemise d'un des hauts-fourneaux de Brazey, et l'analyse que j'en ai faite a confirmé les prévisions qu'on avait conçues sur son infusibilité.

Cette analyse a donné les résultats suivants :

Silice.	0,841
Alumine.	0,111
Peroxyde de fer. . . .	traces
Eau.	0,045
	0,997

La chemise formée de cette terre fortement battue n'a effectivement éprouvé aucune dégradation pendant toute la durée du dernier fondage.

3° *Analyse et essai de deux minerais de fer de la Maison-Rouge, près de Dôle* (Jura). — *Minerai* n° 1. Ce minerai, d'une structure très-remarquable, est formé de la réunion d'oolites miliaires de fer hydroxydé, agglomérées sans interposition d'aucune gangue argileuse ou calcaire. Ces grains oolitiques se désagrégent facilement; ils ont une grosseur uniforme; tous sont légèrement aplatis; leur surface est luisante et leur couleur est d'un brun jaunâtre.

On ne m'a communiqué aucune notion précise sur la nature du terrain qui renferme ce minerai, mais la présence de quelques pointes d'oursins et de petits fragments de crinoïdes qui s'y trouvaient empâtés m'a fait supposer qu'il appartenait au deuxième étage jurassique.

L'analyse de ce minerai a donné les résultats suivants :

Peroxyde de fer.	0,461
Acide phosphorique.	trace
Argile.	0,110
Carbonate de chaux.	0,241
Alumine soluble.	0,088
Eau.	0,089
	0,989

Sa teneur en fer métallique est donc de 32,6 p. o/o.

L'essai par voie sèche a confirmé les résultats de cette analyse :

10 gr. minerai cru = minerai calciné.	8gr.,00
Fondant fixe, argileux.	2 ,75
Total des matières fixes.	10gr.,75

Ont donné :

Fonte.	3,30	Total. . .	9,45
Scorie.	6,15		
		Oxygène.	1,30

La fonte était blanche, à grains fins ; elle résistait sous le marteau avant de se rompre. La scorie était grisâtre, bien fondue et un peu bulleuse.

Minerai n° 2. Ce second minerai, qui forme une couche supérieure à celle du minerai n° 1 dont je viens de donner la composition, présente des caractères extérieurs tous différents ; ce n'est plus qu'une roche ferrugineuse assez compacte dans laquelle sont disséminés accidentellement quelques grains oolithiques.

L'analyse a donné pour sa composition :

Peroxyde de fer.	0,347
Acide phosphorique.	trace
Argile.	0,210
Alumine soluble.	0,115
Carbonate de chaux.	0,200
Perte au feu.	0,128
	1,000

Ce minerai, d'après sa teneur en peroxyde de fer, ne renferme donc que 24,06 p. 0/0 de fer métallique.

Les deux minerais dont je viens de donner l'analyse n'ont pas encore été traités en grand; on se proposait d'en faire l'essai dans les hauts-fourneaux de Brazey; ils auraient, sans aucun doute, facilité la fusion de quelques minerais en grains très-siliceux qu'on traite dans ces fourneaux; mais, comme les fontes de Brazey sont destinées presque en totalité à la production des meilleurs fers de Comté, il était à craindre que l'introduction de ces nouveaux minerais dans le lit de fusion ne devînt nuisible à la qualité des produits par la petite quantité d'acide phosphorique qu'ils contiennent, et l'on n'a pas donné suite à ce projet. Ces minerais pourraient être mélangés avec avantage à certaines mines de Comté pour la production des fontes de moulage.

4° *Analyse du minerai de fer de Magny-Saint-Médard.* — Ce minerai alimente en partie les hauts-fourneaux de Brazey. Son gisement se rattache à celui de tous les minerais de fer pisiformes de la Franche-Comté. Ses grains sont arrondis, et leur grosseur ne dépasse jamais celle d'un pois. Sa poussière est d'un jaune brun sans mélange de parties magnétiques. L'acide muriatique l'attaque avec dégagement de chlore; lorsqu'on le traite par le nitre, la coloration du chromate de potasse se manifeste d'une manière très-sensible.

L'analyse de ce minerai a donné les résultats suivants :

Peroxyde de fer.	0,401
Oxyde de manganèse.	0,030
Oxyde de chrôme.	trace
Argile.	0,366
Alumine soluble.	0,032
Carbonate de chaux.	0,040
Eau.	0,124
	0,993

La proportion de peroxyde de fer contenue dans ce minerai correspond à une teneur en fer métallique de 28,43 p. 0/0, et le rendement en grand est effectivement d'environ 27 p. 0/0 de fonte.

5° *Analyse et essai d'un minerai de fer de Mirebeau* (Côte-d'Or). — Le minerai de Mirebeau appartient aussi à la période tertiaire supérieure par son origine première, mais son gisement actuel est le résultat d'un remaniement, d'un transport, dont l'effet a été de lui enlever la presque totalité de ses parties calcaires et de le mélanger intimement avec un terrain de galets siliceux qu'on retrouve encore en lambeaux isolés dans quelques points du département.

Ce minerai se présente en grains parfaitement ronds, dont le diamètre excède rarement 7 à 8 millimètres. Il ne renferme pas notablement de parties magnétiques. Sa poussière, d'un jaune brun, est facilement attaquée par l'acide muriatique avec dégagement de chlore. L'essai par le nitre y dénote la présence du chrôme.

Il renferme :

Peroxyde de fer.	0,473
Oxyde rouge de manganèse. .	0,025
Oxyde de chrôme.	trace
Argile et sable.	0,374
Alumine soluble.	0,010
Carbonate de chaux.	trace
Perte au feu.	0,110
	0,992

Essai par voie sèche.

Le mélange suivant :

	gr.
10 gr. minerai cru = minerai calciné.	8,90
Fondant fixe : chaux.	1,42
Total des matières fixes.	10,32

a donné :

Fonte.	3gr.,30	Total. . . .	8,97
Scorie.	5 ,68		
		Oxygène. .	1,34

Matières insolubles.	3,74	5,68
Fondant ajouté.	1,42	
Matières solubles vitrifiables. .	0,52	

La fonte était grise et très-tenace; la scorie était bien vitrifiée et d'une nuance un peu violacée.

Le minerai de Mirebeau n'est pas encore exploité; il pourrait cependant être mélangé très-avantageusement avec des minerais alumineux et calcaires.

6° *Analyse et essai d'un minerai de fer des environs de Citeaux* (Côte-d'Or).—Ce minerai se trouve à la superficie du sol, aux environs de Citeaux; il recouvre le terrain tertiaire d'eau douce, mais ses caractères doivent le faire considérer comme le produit d'une alluvion très-moderne. Il se compose de fragments anguleux qui paraissent résulter du détritus de géodes de fer hydroxydé et dont quelques-uns ressemblent à des concrétions formées sur des végétaux. Sa poussière est d'un jaune brun, sans mélange de parties magnétiques; traitée par l'acide muriatique, elle donne lieu à un faible dégagement de chlore. Ce minerai ne

contient ni soufre ni phosphore; son analyse a donné les résultats suivants :

Peroxyde de fer.	0,400
Oxyde rouge de manganèse. .	0,011
Argile et sable.	0,420
Alumine soluble.	0,020
Perte au feu.	0,140
	0,991
Fer métallique.	0,277

Essai par voie sèche.

On a mêlé :

	gr.
10 gr. minerai cru = minerai calciné.	8,60
9,85 carbonate de chaux = chaux.	1,60
Total des matières fixes.	10,20

Les résultats de l'essai ont été :

Fonte.	2,86	9,03
Scorie.	6,17	
Oxygène.		1,17
Matières insolubles	4,20	6,17
Fondant fixe ajouté	1,60	
Matières solubles vitrifiables. .	0,37	

La fonte était truitée et paraissait de bonne qualité ; elle résistait au choc du marteau avant de se rompre. La scorie était bien fondue, translucide et de couleur gris de fumée.

On se propose de traiter le minerai de Citeaux dans le haut-fourneau de Fauvernay. Quoique ce minerai ne soit pas très-riche en fer métallique, sa nature siliceuse le rend précieux pour ce haut-fourneau qui s'alimente presque exclusivement aujourd'hui de minerais alumineux et calcaires.

7° *Analyse et essai d'un minerai de fer de*

Varois (Côte-d'Or). — Ce minerai, formé d'un mélange de grains irréguliers de grosseur très-variable et de petits grains arrondis à couches concentriques, paraît provenir du remaniement de certains gîtes de minerai de fer pisiforme. Sa poussière est brune; l'acide muriatique l'attaque avec dégagement de chlore; elle donne avec le nitre la réaction du chrôme; elle ne contient ni soufre ni phosphore.

Ce minerai est composé de :

Peroxyde de fer.	0,346
Oxyde rouge de manganèse. .	0,010
Oxyde de chrôme.	traces
Argile et sable.	0,506
Alumine soluble.	0,011
Eau et oxygène.	0,127
	1,000
Fer métallique.	0,240

Le tableau suivant renferme les résultats de l'essai par voie sèche de ce minerai :

10 gr. minerai cru = minerai calciné. .			8,73
3,40 carbonate de chaux = chaux. . .			1,91
Total des matières fixes.			10,64
Fonte.	2,44	Total.	9,67
Scorie.	7,23		
		Oxygène. . .	0,97
Matières insolubles.	5,06	7,23	
Fondant fixe ajouté.	1,91		
Matières solubles vitrifiables. . .	0,26		

La fonte était grise et très-douce; la scorie était bien fondue et vitreuse.

Le minerai de Varois n'est pas encore exploité; il se trouve cependant à portée des hauts-fourneaux

des vallées de l'Ignon et de la Tille, dans lesquels on pourrait l'employer utilement en le mélangeant avec les mines calcaires de Villecomte et les minerais alumineux de Beire.

8° *Analyse de deux minerais de fer des environs de Vandenesse* (Côte-d'Or). Ces minerais devaient être traités dans le haut-fourneau de Vanvey; les résultats de leur analyse sont présentés dans le tableau suivant :

	(1)	(2)
Peroxyde de fer.	0,396	0,488
Oxyde rouge de manganèse.	0,007	0,013
Argile et sable.	0,428	0,232
Alumine soluble.	0,010	0,078
Chaux carbonatée.	trace.	0,018
Perte au feu.	0,156	0,164
	0,997	0,993
Fer métallique.	0,274	0,338

(1) Ce minerai se présente en grains irréguliers à cassure jaune et compacte; il renferme quelques grains magnétiques. Il donne à l'essai une fonte blanche à grains fins.

Son gisement présente tous les caractères d'une origine diluvienne; tous les fragments qui le composent ont l'apparence de galets aplatis et ils sont intimement mélangés de détritus des roches d'arkose du voisinage de Vandenesse.

(2) Ce minerai, qui appartient aussi à la période diluvienne, est en grains moins irréguliers et de couleur plus foncée que le précédent; il est

beaucoup moins mélangé de débris de grès et contient moins de parties magnétiques. Il se rapproche de la nature de certains minerais pisiformes.

L'analyse de ces deux minerais montre qu'ils sont tout à fait de nature à être mélangés et à être traités simultanément avec addition d'un fondant calcaire.

9° *Analyse de plusieurs cloches.* — Ces analyses ont eu pour but : 1° de déterminer la valeur du métal de diverses cloches anciennes qui devaient être refondues ; 2° de constater si les proportions de l'alliage des nouvelles cloches étaient conformes aux prescriptions des devis, et de reconnaître la présence des métaux étrangers qui auraient pu être introduits dans la refonte. Elles ont donné les résultats suivants :

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Cuivre.	0,7642	0,7632	0,7595	0,7926	0,7527	0,7692
Étain.	0,2358	0,2205	0,2311	0,1965	0,2405	0,2106
Plomb.	»	0,0163	0,0094	0,0109	0,0068	0,0202
	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Cuivre.	0,7651	0,7832	0,7720	0,7956	0,7838	0,7800
Étain.	0,2349	0,2168	0,2280	0,2044	0,2012	0,2200
Plomb.	»	»	»	»	0,0150	»
	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
Cuivre.	0,7672	0,7640	0,7514	0,7750	0,7642	0,7658
Étain.	0,2322	0,2264	0,2486	0,2250	0,2358	0,2342
Plomb.	0,0006	0,0096	»	traces.	»	»
	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

	(19)	(20)	(21)	(22)
Cuivre.	0,7509	0,7595	0,7601	0,7619
Étain.	0,2437	0,2405	0,2399	0,2381
Plomb.	0,0054	traces.	traces.	traces.
	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

(1) *Ancienne cloche de Chemin d'Aisey.*
(2) Id. *de Pernand.* — Le métal de cette cloche renferme des traces de fer. Sa densité, prise à la température de 15 degrés centigrades, a été trouvée de 8,932.
(3) *Ancienne cloche de Lamotte-Ternant.*
(4) Id. *de Saint-Remy.*
(5) Id. *de Mâlain.*
(6) Id. *de Saint-Seine-en-Bâche.* — Le métal de cette cloche était à grains très-fins.
(7) *Ancienne cloche de Vernois-les-Vèvres.*
(8) Id. *de Poiseuil-les-Saulx.*
(9) Id. *de Villers-la-Faye.*
(10) Id. *d'Athée.*
(11) Id. *de Vieux-Château.*
(12) Id. *de Saint-Seine-l'Abbaye.*

(13) *Nouvelle cloche de Saint-Seine-l'Abbaye.*
(14) Id. *d'Athée.*
(15) Id. *de Poiseuil-les-Saulx.*
(16) Id. *de Gurgy-la-Ville.*
(17) Id. *de Bâlot.*
(18) Id. *de Vanvey.*
(19) *Ancienne cloche de Chailly.* — Sa densité est de 8,877.
(20) *Nouvelle cloche de Saint-Seine-en-Bâche.*
(21) Id. *de Saint-Aubin.*
(22) Id. *de Chailly.*

Les trois cloches (20), (21), (22), d'un poids total d'environ 2,000 kilogrammes, ont été fondues d'un même jet ; les résultats des analyses de ces cloches, qui sont presque identiques, démontrent l'uniformité de composition de l'alliage obtenu dans une même opération. Cependant il est à remarquer que si l'alliage contient une proportion notable de plomb, ce métal se concentre dans la pince (partie inférieure) de la cloche.

Tous les devis des cloches destinées aux communes prescrivent au fondeur d'employer un alliage composé de 3/4 de cuivre et de 1/4 d'étain. Cette proportion des deux métaux donne le bronze le plus sonore, mais non pas le plus résistant. L'alliage formé de 4/5 de cuivre et de 1/5 d'étain, qu'on employait encore il y a peu d'années, offre beaucoup plus de solidité, mais ses vibrations produisent des sons moins harmonieux. Il existe des règles géométriques fort simples pour mouler plusieurs cloches de poids très-différents destinées à donner des sons en accord parfait ; mais ces règles supposent implicitement que la composition du bronze ne varie pas d'une cloche à l'autre, et l'expérience prouve qu'elles ne produisent plus

le résultat qu'on en attendait, dès qu'il survient une très-petite différence dans les proportions des éléments de l'alliage.

La présence d'une petite quantité de zinc dans l'alliage augmente, dit-on, la qualité des sons de la cloche, mais elle la rend très-fragile.

10° *Analyse de diverses médailles appartenant à la commission d'antiquités de la Côte-d'Or. — Médailles gauloises.* Trois médailles gauloises trouvées sur le mont Auxois, dans l'enceinte qu'occupait anciennement le célèbre camp retranché d'Alise, ont été remises au laboratoire de Dijon par M. de Chambure, président de la commission d'antiquités de la Côte-d'Or, à l'effet d'en déterminer la composition. L'analyse a montré qu'elles ne renfermaient que deux métaux, de l'étain et du cuivre.

Une seule de ces médailles, du poids de 3$^{gr.}$,525, était formée d'un alliage homogène. Sa surface était d'une teinte grisâtre et luisante comme de la cire; sa cassure d'un blanc éclatant et légèrement rosé. L'analyse de 1 gramme de cet alliage a donné les résultats suivants :

Étain.	0,1881
Cuivre.	0,8056
	0,9937

Cette médaille présentait sur l'une de ses faces une tête de guerrier barbare, et sur l'autre trois poissons disposés symétriquement suivant trois rayons formant entre eux des angles égaux. On y voyait encore une petite portion du jet correspondant à l'orifice du moule dans lequel elle avait été fondue.

Les deux autres médailles, du poids de 5$^{g.}$,272

et de 4g.,201, avaient, à peu de chose près, une même configuration; elles portaient d'un côté une tête de barbare assez imparfaitement conservée, et de l'autre un animal symbolique. Les métaux qui les composaient avaient éprouvé, au moment de la solidification, une séparation en deux alliages dont l'un n'était presque plus que du cuivre pur. Ce défaut d'homogénéité se reconnaissait extérieurement par la présence d'une couche de vert-antique qui recouvrait plusieurs points de la surface de ces médailles, ceux où le cuivre dominait.

Ces médailles ont été décapées dans l'acide sulfurique étendu, et analysées par l'acide nitrique; les résultats des deux analyses ramenés à l'unité ont été,

Pour la première médaille :

Étain.	0,1336
Cuivre.	0,8664
	1,0000

Pour la deuxième médaille :

Étain.	0,1002
Cuivre.	0,8998
	1,0000

Les deux alliages qui formaient des zones distinctes dans ces médailles ont été séparés mécaniquement, et ont fait l'objet d'analyses partielles; l'un de ces alliages contenait environ 20 p. 0/0 d'étain, l'autre 1 p. 0/0.

Médailles des évêques de Besançon. — Ces médailles, qui paraissent avoir été frappées au dixième siècle, ont été trouvées au nombre de mille à douze cents dans un vase d'argile dont on

doit la découverte à des travaux de terrassement exécutés aux environs d'Auxonne.

Elles sont de deux espèces, les unes circulaires, les autres octogonales; elles portent d'un côté une main de prélat dans l'attitude de la bénédiction (tous les doigts, à l'exception de l'index et du médium, sont fermés), avec cette légende : PTHOMARTYR; et de l'autre côté une croix de Bourgogne avec cette légende : BISUNTIUM.

Les médailles circulaires pèsent moyennement 0gr,835 et ont 17 millimètres de diamètre; leur analyse a donné les résultats suivants :

Or.	0,0025
Argent.	0,3135
Cuivre.	0,6840
	1,0000

Les médailles octogonales ont un diamètre un peu moins grand, mais une plus forte épaisseur; leur poids moyen est de 1gr,020. Leur composition a été trouvée de :

Or.	0,0010
Argent.	0,3030
Cuivre.	0,6960
	1,0000

Plusieurs de ces médailles ont été passées à la coupelle, et leur titre n'a pas varié d'une manière sensible.

EXTRAIT

D'un mémoire (1) *sur les travaux de recherche et d'aménagement des eaux thermales de Bagnères-de-Luchon, exécutés de* 1828 *à* 1841.

Par M. Jules FRANÇOIS, Ingénieur des mines.

L'établissement thermal de Luchon est situé à un kilomètre au sud-ouest de la ville, au pied de la montagne de Superbagnères. Les eaux qui l'ont alimenté jusqu'en 1836, étaient (*Pl. XVII*), soit au bas du talus des Bains, comme les sources inférieures, dites : Ferras (S^{13}—32°) (2), la Grotte Inférieure (S^{6}—56°), et Richard (S^{1}—44°), soit dans une tranchée à ciel ouvert, anciennement excavée à l'angle sud-ouest des bains, et connue sous le nom d'enceinte, telles sont les sources supérieures, dites : la Froide (S^{1}—19°), la Blanche (S^{2}—21°), la Source-aux-Yeux (S^{3}—45°), la Reine (S^{4}—47°), et la Grotte supérieure (S^{5}—59°). Les premières surgissent par filets ascensionnels (*griffons*) avec dégagement de gaz ; les autres participaient de l'écoulement ordinaire. Ces eaux sont classées parmi les sulfureuses naturelles, à l'exception de Ferras et d'une portion de la Froide, qui, d'après Sources anciennes.

(1) Ce mémoire fait partie d'un travail collectif de MM. Fontan et François, présenté à l'Institut par M. le ministre du commerce. Il fut examiné par une commission composée de MM. Thénard, Dumas, Pelouze et Élie de Beaumont, rapporteur, et reçut l'approbation de l'Académie dans la séance du 20 septembre 1841.

(2) Les dégrés sont centigrades.

l'examen de M. le docteur A. Fontan, sont salines (*sulfureuses dégénérées*).

Causes de dépérissement des eaux minérales.

Avant 1836, aucun travail d'art n'avait été tenté pour leur aménagement. Le groupe de l'enceinte, compris dans une dépression du sol, était soumis à l'action des eaux de pluie et de fonte des neiges, au point, qu'au mois de juin 1835, la Reine débitait une masse d'eau, dont la température ne dépassait pas 20°.

La gradation progressive de la température, en allant de la Froide à la Grotte, le mode d'altération par les pluies indiquaient suffisamment que les sources supérieures avaient entre elles des relations intimes; qu'elles dérivaient d'eaux sulfureuses plus ou moins chargées de Froide, et divisées par des circonstances du terrain; et que cette dernière n'était elle-même qu'un mélange d'eau ordinaire et de sulfureuse dégénérée.

En dehors de l'action des infiltrations, quelques observations, assez vagues d'ailleurs, ultérieurement confirmées par les recherches (voir *Pl. XII*, *fig.* 5), indiquèrent un mouvement de dépression dans le niveau des points d'émergence du groupe supérieur. Elles n'avaient donné lieu à aucune mesure de conservation, quand, en 1831, l'attention de l'autorité municipale fut éveillée par le percement des deux puits P^1 et P^2, fait par la société Soulérat, au voisinage des Bains. On crut remarquer des pertes, et plusieurs moyens furent indiqués pour l'aménagement des sources. En 1834, MM. Fontan et N. Boubée proposèrent la recherche de la roche en place par des travaux souterrains (1). Des fonds furent affectés en 1835 à

(1) *Écho du Monde savant*, 31 janvier et 19 juin 1836.

des recherches dont l'exécution fut confiée à M. Azémar, maire de Luchon.

Le mode adopté par ce dernier consiste dans plusieurs percements perpendiculaires au mur de soutenement du talus des Bains. Il se dirigea, dans le choix des points d'attaque, d'après la position relative des sources reconnues de S[1] à P[2], sur les points de plus facile accès et de plus haute température, indiqués par la fonte des neiges. Quatre galeries horizontales (*Pl. XVII*), furent successivement approfondies à différents niveaux au travers d'atterrissements composés de terre argileuse et de débris de pegmatite, d'eurite et de schistes modifiés, dont se compose la montagne. Aucun des percements n'atteignit la roche en place. La galerie n° 1, ne donna que des suintements (S[8]) au front; elle fut suspendue à la suite d'une diminution observée sur le débit de la grotte. Les percements inférieurs, n°s 3 et 4, donnèrent des griffons au sol et des suintements abondants (S[10] et S[11]) aux parois, au front et au toit. La plus grande partie de ces suintements disparut, quand le percement n° 2, dit de la Reine, bien qu'à 2m, 70 au-dessus du n° 3, découvrit au front, dans des atterrissements modifiés par les eaux sulfureuses, un griffon volumineux (S[6]), dont la mise à jour fut marquée par la disparition de la Reine ancienne (S[4]). Travaux de 1836.

Cette circonstance, mal appréciée, le charriement de fer sulfuré noir, firent suspendre ces recherches. Les eaux découvertes furent recueillies au sol des percements au moyen de barrages de retenue, et par là mises fort imprudemment en charge sur des terrains perméables.

Par suite de ces travaux la Blanche et la Source-aux-Yeux disparurent à la suite de la Reine; la grotte

éprouva une diminution notable. Quant aux sources inférieures, elles subirent une augmentation de température et une diminution de volume. La Froide, au contraire, isolée des eaux chaudes, perdit de sa température. On peut observer de la part des eaux thermales une tendance marquée à se fixer vers le nord, loin de la Froide.

Résultats. Le tableau ci-dessous résume les indications recueillies avant et après ces travaux :

INDICATION des sources.	TEMPÉRATURE		DÉPENSE DES SOURCES en 24 heures			Hauteur des eaux au-dessus du sol de l'établissement.
	avant 1836.	après 1836.	avant 1836.	11 oct. 1836	8 oct. 1837.	
			lit.	lit.	lit.	m.
Grotte supérieure.	59°, 60	43°, 60	»	9.669	9.669	5,87
Ancienne Reine. .	47, 00	»	»	»	»	6,23
Source-aux-Yeux.	45, 00	»	»	»	»	6,46
Blanche.	21, 20	»	»	»	»	6,18
Froide.	19, 10	17, 15	»	»	»	6,20
Grotte inférieure.	56, 30	57, 00	27.458	21.540	21.540	0,91
Ancienne Richard.	44, 20	53, 80	18.666	6.124	6.124	1,21
Ferras.	32, 00	35, 10	»	17.280	17.280	»
Nouvelle Reine. .	»	53, 00	»	101.624	95.982	5,33
Chauffoir.	»	46, 50	»	24.872	16.416	2,62
Nouvelle Richard.	»	41, 20	»	20.020	13.794	3,00
Totaux. . . .	»	»	118.000	201.129	180 805	»

Vice des travaux de 1836. Le fait le plus saillant que présente ce tableau, c'est la diminution progressive du volume des nouvelles sources, qui, dans l'espace de quelques mois, s'éleva à 20.324 litres par 24 heures. Venait-elle de la mise en charge des eaux dans les galeries ? tenait-elle à ce que les naissants n'étaient pas suffisamment fixés dans les atterrissements ?

Quelle qu'en fût la cause, le fait inspira de vives alarmes; ce fut alors (1837) que M. François fut invité par la ville de Luchon à porter remède à cet état de choses.

L'examen auquel se livra cet ingénieur le conduisit aux observations qui suivent : **Travaux de 1838 à 1841. Examen géologique.**

1° Le talus d'atterrissement au pied duquel se trouvent les bains se compose de débris de schistes et de micaschistes empâtant des fragments de calcaires, de grauwackes, de pegmatites et d'eurites dont se compose le versant de Superbagnères. Le recouvrement complet du talus ne permettait pas d'observer la nature et la position de la roche en place; mais, en étudiant le voisinage, on peut s'assurer que les thermes marquent la limite d'une zone d'îlots, ou dicks, de granite, de pegmatite et d'eurite bordant le massif primordial du bassin de Luchon. Ces îlots sont compris dans une formation puissante de schistes micacés, plus ou moins siliceux, compactes, rubanés, qui s'appuie sur le granite de Montauban. Ces roches affectent les formes les plus irrégulières au voisinage des roches primitives. Elles se présentent en feuillets tourmentés, empâtant des blocs lenticulaires de granite et de pegmatite (*Pl. XVII, fig.* 4). En se rapprochant des îlots, on passe successivement aux schistes maclifères avec calcschistes modifiés, grenatifères, aux schistes phylladiens compactes, aux schistes siliceux; puis viennent les micaschistes feldspathiques passant souvent à la pegmatite par l'hyalomicte granitoïde. Toutes ces variétés se présentent chargées de pyrites de fer, de tourmaline, de grenat almandin, et quelquefois d'amphibole. Il en est de même des roches de granite, d'eurite et de pegmatite, qui souvent poussent au travers

des strates des schistes, des filons quartzifères. Ces caractères, antérieurement observés par M. François au voisinage des points d'émergence des eaux sulfureuses d'Ax, de Mèrens, d'Aston (Ariége), des Escaldes (Cerdagne), et de Lez (vallée d'Arran), le conduisirent directement à la recherche de la roche en place.

Observations sur le régime des eaux.

2° D'un autre côté, l'observation de la nature et du relief du versant de Superbagnères indiquait une tendance marquée des infiltrations à se réunir à l'amont du groupe des sources supérieures de l'enceinte.

3° En examinant le régime des eaux thermales au sol et aux parois des percements n°s 2, 3 et 4, on remarquait, qu'en s'avançant dans la montagne, les griffons se présentaient plus nombreux, plus chauds, mieux nourris et plus invariables, tandis que les suintements diminuaient progressivement. Les griffons offraient, toutes circonstances égales d'ailleurs, plus de fixité que les sources proprement dites. En effet, dans le même temps, on vit le griffon de la Reine nouvelle (S^9) ne perdre que 1/18 de son volume, tandis que les suintements de Richard nouvelle (S^{11}) diminuèrent de 1/3.

4° L'étude des terrains altérés par le passage des eaux sulfureuses qui y déposent du fer sulfuré noir, offrait aussi des indications utiles qui permirent de reconnaître la tendance marquée de ces eaux à se fixer par filets ascensionnels sur tous les points de moindre résistance, et notamment au voisinage des blocs empâtés (*Pl. XVII*, *fig.* 5) dans les atterrissements.

Dirigé par l'ensemble de ces observations, que corroboraient les études physiques et chimiques

faites dès 1835 par M. Fontan, M. François soumit à la commission scientifique des eaux minérales de la Haute-Garonne (1) un projet de recherche et d'aménagement, motivé sur la tendance des eaux thermales à se porter au nord de l'enceinte et à se fixer par griffons sur les points de moindre résistance, surtout au voisinage du granite, ainsi que sur le régime des infiltrations à l'amont de l'enceinte.

Explorations préalables.

A cet effet, des explorations préalables furent établies (2) au niveau des sources supérieures, afin d'étudier la nature et les limites des atterrissements et de la roche en place, et d'observer le régime des eaux, sans y causer de perturbation. Elles se composent de travaux de recoupement vers l'enceinte, et d'allongement de la roche en place (*Pl. XVIII*) au sud et au nord de cette enceinte. On put s'assurer : 1° que le groupe supérieur sortait à la limite d'un îlot de pegmatite compris

Indications recueillies.

(1) Cette commission permanente, nommée par arrêté du 29 novembre 1837, se compose de :

MM. Viguerie, chirurgien en chef des hospices de Toulouse, président;
P. Leroy, sous-préfet de Saint-Gaudens;
J. François, ingénieur des mines, secrétaire;
A. Fontan, docteur-médecin;
Abadie, ingénieur hydraulicien;
Artigala, architecte;
Azémar, maire de Luchon;
Barrié, médecin-inspecteur des eaux de Luchon.

(2) Ces travaux furent entrepris avec l'autorisation et d'après le désir, exprimé sur les lieux par M. Legrand, sous-secrétaire d'État des travaux publics, auquel la ville de Luchon doit d'importantes améliorations, et notamment la rectification de la route royale de Saint-Gaudens à Luchon, ainsi que le projet d'une chaussée à la Mac-Adam sur la belle avenue d'Étigny.

entre des schistes micacés et siliceux plus ou moins altérés; 2° que la Froide était une source proprement dite, qui arrivait au travers des schistes au sud-ouest de l'enceinte; 3° que les filets ascensionnels d'eaux sulfureuses se plaçaient de préférence soit à la limite du granite, soit à celle de la roche en place, soit aussi sur la ligne divisoire de la roche solide et de celle altérée par les eaux minérales. En outre, on vit qu'à la limite de la roche en place, les eaux sulfureuses avaient formé dans les terrains d'atterrissement une zone noire, bréchiforme, très-dure et imperméable, due à la fois à l'action des sels et surtout du silicate de soude, et à celle du sulfure de fer. Ce dernier possède des propriétés de plasticité et d'agrégation; les sels de soude développent des phénomènes énergiques d'hydraulicité par la formation incessante de silicate multiple (1). Cette zone est indiquée *cc* aux *Pl. XVIII* et *XVII* (*fig.* 5 et 8). Elle est d'autant plus développée en largeur que les eaux y sont plus sulfureuses et plus chaudes. Sa position le long de la roche en place, et son imperméabilité expliquent suffisamment pourquoi les eaux minérales, forcées sur leurs points d'émission, se déviaient, et apparaissaient, après avoir longé la zone imperméable, à l'enceinte.

Zone imperméable des atterrissements modifiés.

On voit dès lors que la marche à suivre dans l'aménagement était tracée. On avait à isoler l'eau froide, à la contenir dans les schistes en dehors

(1) C'est ainsi qu'en broyant les terrains noirs modifiés, et les associant à 8 ou 10 parties p. 0/0 de chaux vive, on obtient un ciment très-énergique. Attaqués par un acide, ces terrains donnent un résidu abondant de silice gélatineuse.

des points occupés par les eaux chaudes, et marqués par la limite du granite; enfin à mettre à découvert, le long de la roche en place, tous les points de moindre résistance, soit qu'ils fussent à la limite de cette roche, soit qu'ils se rencontrassent sur la ligne divisoire de la roche pourrie, et du terrain non altéré. L'ensemble des travaux fut établi sur un même plan de niveau, à $3^{m},90$ au-dessus du parvis des bains. Cette limite inférieure fut indiquée par les besoins du service des douches. A la vérité, vu la possibilité de les administrer sous des pressions quelconques au moyen d'un appareil à piston plein et de poids variable, et vu surtout l'opportunité de descendre les points d'émergence des griffons, afin d'en diminuer la charge, et surtout d'en augmenter les chances de conservation, le plan des travaux eût été établi à 2 mètres du parvis des bains, sans des obstacles et des résistances indépendants de la volonté de l'ingénieur et de ses moyens d'exécution.

Travaux de l'enceinte. — Captage de la Froide.

Pour opérer l'isolement de la Froide, une galerie fut approfondie sur l'enceinte; puis, en s'éloignant du granite, on poussa un recoupement perpendiculaire aux strates des schistes, indiqué sous le nom de galerie étanche des eaux froides.

Mais, au voisinage de cette enceinte, la pegmatite et les schistes se présentaient confusément associés, altérés par les eaux et fendillés. La mise à nu et l'isolement des points de moindre résistance y étaient impraticables; tout le sol présentait une infinité de petits filets sulfureux ascensionnels, difficiles à réunir et à séparer de la Froide. Pour arriver à ce but, M. François eut recours au procédé nouveau des pressions hydrostatiques réciproques qu'il a récemment appliqué sur une très-

Emploi des pressions hydrostatiques réciproques.

large échelle dans ses travaux d'aménagement des eaux d'Ussat (Ariége). A cet effet, un recoupement courbe fut ouvert de manière à former, en se tenant à cheval sur la limite du granite, deux piliers de captage *oo* (*Pl. XVIII*); puis le sol de tous les percements voisins de l'enceinte, l'enceinte elle-même, et une partie du chemin de ronde furent recouverts de béton hydraulique sur une profondeur d'un mètre au-dessous du plan des travaux. On eut ainsi à la fois un barrage souterrain continu, isolant entièrement la Froide des eaux chaudes, et deux piliers de captage *oo*, compris au milieu d'un terrain recouvert de béton, et présentant seuls, entre les limites de leur périmètre, des points de moindre résistance aux filets ascensionnels qui s'y réunirent et donnèrent les sources de nouvelle Ferras (S^3) et de la nouvelle Blanche (S^4). Ces sources donnaient par 24 heures, la première 38.784 litres, et la seconde 32.400 litres à 29°.

Captage de sources de l'enceinte nouvelle.

Toutefois ces dispositions n'étaient pas suffisantes, des filets ascensionnels de sulfureuse se mêlaient encore à la Froide dont la température s'élevait de 14° à 18°,40. Pour combattre ces pertes, une vannette à seuil fut établie sur la rigole de la Froide que l'on mit en communication directe avec un puits de pression P, foncé au centre de l'enceinte. On put ainsi relever à volonté le niveau des eaux froides. Il en résulta une pression qui refoula les filets ascensionnels sur tout l'espace noyé par la Froide, et les rejeta vers les points de moindre résistance, dans le périmètre des piliers *oo*. En relevant insensiblement le niveau de la Froide, on augmenta progressivement le volume et la température de la Blanche et de Fer-

ras ; mais quand ce niveau fut à 0^{m},22 au-dessus des points d'émergence de ces deux sources, le résultat fut un maximum. La Blanche débitait 56.972 litres à 38° et Ferras 46.627 litres à 36°. Au delà le volume augmentait, mais avec perte notable de température par suite du mélange de la Froide. Dans l'état actuel des travaux, ces mesures de conservation ne sont praticables qu'à l'époque critique des sources anciennes, celle de la fonte des neiges et des pluies, quand la Froide est abondante. M. François se propose, pour rendre ces résultats permanents, lors de la construction des thermes projetés, de noyer artificiellement les parages occupés par la Froide au moyen d'une simple dérivation des sources du pré Ferras.

Galerie d'allongement.

Cela posé, pour opérer le captage et la séparation des eaux sulfureuses, chacun des percements n°s 1, 2, 3 et 4 fut, suivant le niveau adopté, approfondi jusqu'à la roche en place solide ; puis une galerie d'allongement fut poussée au nord et au sud de l'enceinte. Cette galerie fut établie à cheval sur les points de moindre résistance, tantôt à la limite de la roche en place, tantôt sur la ligne divisoire de la roche pourrie, et de la roche solide, ainsi que le montre la *Pl. XVII* (*fig.* 6 et 7). Une rigole de recette fut établie au pied de cette roche, de manière à réunir les filets ascensionnels de même température, et partant de même sulfuration. Il est remarquable que ces filets se maintinrent de préférence au voisinage de trois filons de pegmatite quartzifère, indiqués à la *Pl. XVIII*, et qui se relient au granite, ainsi que l'indiquent les recherches et l'état pyriteux, compacte et feldspathique des schistes traversés.

Recherche et captage des sources du sud et du nord.

Tant que le percement fut assis dans la roche

en place, comme l'indique la *fig*. 6, *Pl. XVII*, le sol en fut incliné vers la rigole de recette pour y déverser les filets qui s'élevaient au travers de la roche altérée. Mais, sur les points occupés par les eaux moins sulfureuses, quand la roche se présenta compacte, le percement fut établi à cheval sur sa limite, et, pour éviter les pertes, un barrage en béton (*fig*. 7), approfondi sur la roche, servit de fondation au mur de la galerie. Tous les percements furent d'ailleurs solidement maçonnés et voûtés à boisage perdu et en maçonnerie hydraulique; l'enceinte reçut une voûte hémisphérique de 9 mètres de diamètre, recouverte d'une forte chappe en béton. Les galeries ont dans œuvre 1^{m},60 de largeur sur 2^{m},20 de hauteur. Ces dispositions et ces dimensions, les plus grandes qu'ait économiquement permises l'état ébouleux des terrains, ont été données, sur la demande de M. Fontan, afin de pouvoir utiliser un jour les travaux souterrains pour étuve. On sait que, suivant la position, et suivant le tirage des cheminées d'aérage des galeries et de l'enceinte, la température varie de 26° à 38°. Enfin la rigole de recette fut recouverte d'un dallage, relié avec ciment hydraulique, puis d'argile brasquée, et munie, de mètre en mètre, de regards hermétiques, afin d'éviter toute altération du principe sulfureux (hydrosulfate de sulfure de sodium, suivant M. Fontan) par le contact de l'air.

Par ces dispositions, on put s'assurer, suivant l'étendue de la galerie d'allongement, d'eaux salines et sulfureuses à différents degrés, dont la température s'élève de 25 à 66°,30. Par un hasard heureux, la température et la sulfuration s'élèvent graduellement de l'extrémité sud au point X,

qui se trouve sur l'axe des thermes projetés. A partir de ce point jusqu'à l'extrémité nord, on observe également diminution graduelle et simultanée de sulfuration et de température. En réunissant les filets de même degré, on a obtenu :

1° La source saline (S^3) de la branche nord, à 24°,70, l'ancienne Ferras relevée ;

2° La Grotte (S^5) à 56°,90 ;

3° La source Bayeu (S^6) à 66°,30 ; la plus sulfureuse peut-être des Pyrénées ;

4 La Reine (S^7) à 59°,50 ;

5° le Chauffoir (S^8) à 53°,40 ;

6° Les nouvelles Richard (S^9) de 43° à 30°.

Séparation des eaux alunifères, ferrugineuses et vitrioliques.

Cela posé, avant d'indiquer le mode adopté pour conduire les eaux sulfureuses de la rigole de recette au réservoir, il convient d'indiquer ici l'une des principales difficultés qu'eut à vaincre M. François. On voit (*Pl. XVIII*) qu'au delà du percement n° 2, la galerie d'allongement, branche nord, *s'éloigne* du granite, se retourne brusquement à l'ouest, toujours sur des schistes micacés siliceux, pyritifères, et vient heurter le lit d'un ancien ravin, aujourd'hui recouvert d'atterrissements. L'existence de ce ravin souterrain, la direction générale des schistes (N 87°, O vrai), leur inclinaison, souvent verticale, l'état fissuré et fendillé des strates, y provoquent facile accès aux eaux de pluie et de fonte des neiges. On sait que, sous l'action de ces eaux, les schistes pyriteux s'altèrent rapidement, et donnent un sulfate de fer qui, au contact de l'air, se décompose en un sous-sel de l'altération duquel résulte du fer hydroxydé. On conçoit combien la haute température développe ces réactions au voisinage des sources thermales. De là ces suintements ferrugineux et vitrio-

liques, et ces stalactites de fer sulfaté qui tapissent les schistes à l'intérieur des travaux. Il importait d'écarter tout mélange de ces suintements avec les eaux sulfureuses, afin d'éviter non-seulement leur altération, mais aussi, et surtout, la précipitation de sulfure de fer noir, qui en compromettrait la nature et la limpidité.

D'un autre côté, la réaction des vapeurs chargées de gaz sulfhydrique, sur l'oxygène de l'air, donne naissance à de l'acide sulfurique, dont M. Fontan a constaté la présence, à l'état libre, dans les gouttelettes d'eau suspendues aux voûtes, et provenant de la condensation des vapeurs aqueuses. Cet acide, aidé de la température et de l'action de ces vapeurs, agit avec autant de rapidité que d'énergie sur les éléments des roches schisteuses, et forme un sulfate double de fer et d'alumine (alun de plume) qui cristallise en plumules bacillaires à la surface de ces roches, surtout aux bords des fissures voisines des points d'*émergence* des eaux sulfureuses. Bientôt ce sel, dissous par les vapeurs condensées à la surface des roches, se mêle aux eaux sulfureuses, et donne, comme dans le cas précédent, un précipité noir de fer sulfuré (1).

L'influence funeste de ce phénomène, qui d'ailleurs délite avec rapidité les roches schisteuses, fut détournée par le muraillement complet des galeries en maçonnerie hydraulique. Mais il restait à écarter les infiltrations vitrioliques et les suintements ferrugineux qui pénètrent au pied de

(1) L'ensemble de ces réactions, étudiées par A. Fontan, explique suffisamment le noircissement des terrains par le passage, soit des eaux, soit des vapeurs sulfureuses.

la roche dans la rigole de recette. On y parvint complétement, du moins sur tout l'espace occupé par la Blanche, la Grotte et la Reine, en recouvrant d'une couche de ciment hydraulique la surface de la roche, et donnant issue aux infiltrations au moyen de carneaux *a*, *a*, *a*... (*Pl. XVII*, *fig.* 6 et 7) pratiqués à différentes hauteurs dans l'épaisseur du mur. Mais, sur les points occupés par le chauffoir (S^8) et par les nouvelles Richard (S^9), ces dispositions se trouvèrent insuffisantes. M. François dut recourir aux moyens qui suivent, dans l'emploi desquels il met à la fois en jeu le mouvement ascensionnel des eaux thermales, et la perméabilité des schistes fissurés.

Sur le prolongement de la galerie n° 3, et près des points d'émergence des sources (S^8 et S^9) qui coulaient noires, il pratiqua un percement de $4^m,20$ de longueur (*Pl. XVIII* et *Pl. XVII*, *fig.* 8) au sol duquel fut établi un barrage en béton de $0^m,70$ de profondeur. Ce barrage fut disposé de manière à retenir quelques filets ascensionnels, et à leur imprimer un retour forcé au travers des schistes, vers la partie *mn* de la galerie d'allongement, où la rigolle de recette fut approfondie à cet effet. Par ce mouvement inverse et rétrograde, ces filets sulfureux balayent, refoulent, ou entraînent les infiltrations vitrioliques. Ces dispositions, aussi simples que neuves, ont été suivies d'un plein succès. Les filets sulfureux, chargés de fer sulfuré, sont dirigés dans la galerie n° 4, filtrés (1), et

(1) Le sulfure noir de fer adhère fortement à la surface des roches, et surtout à la surface rugueuse des galets de granite. Aussi M. François a-t-il employé de préférence ces derniers dans la composition du lit des filtres.

ramenés au réservoir R[e] des nouvelles Richard, tandis que les eaux ferrugineuses et vitrioliques sont filtrées et conduites à une buvette spéciale.

Il restait à éviter une des causes d'altération des eaux sulfureuses, le contact de l'air, et à les débarrasser des matières étrangères entraînées. On a vu comment la rigole de recette et le sol des galeries ont été mis à l'abri de l'air extérieur. Afin de conduire les eaux sans altération de la rigole au réservoir, et au delà, en tête de cette rigole, et pour chaque source, une caisse quadrangulaire en marbre *pq* (*Pl. XVIII*, *fig.* 8), recevant un couvercle hermétique, présente deux compartiments séparés par une paroi en marbre, sur le bord supérieur de laquelle l'eau coule suivant une très-faible épaisseur. Cette eau entre d'ailleurs dans la caisse en s'épandant en nappe sur le bord de la paroi d'amont, de telle sorte que, dans le premier compartiment, le liquide n'est en mouvement que sur une faible épaisseur à la surface, ce qui permet le dépôt des corps entraînés. Puis, dans le second compartiment, un conduit coudé, faisant siphon, reçoit les eaux sans entraînement d'air à la surface. Les conduits sont tous en porcelaine vernissée qui est sensiblement inaltérable par les eaux de Luchon (1).

Conduite des eaux.

Caisse de dépôt.

Afin de s'assurer de la limpidité des sources S^8 et S^9, leurs conduits sont recoupés par une caisse d'épuration P Q en marbre à trois compartiments. Le premier d'entre eux fait filtre par ascension, au travers d'un cailloutis granitique; le second et le troisième font caisse de dépôt comme ci-dessus.

Caisse d'épuration.

Afin d'éviter toute altération ultérieure, l'eau

(1) L'emploi de la porcelaine avait été indiqué, dès 1837, par M. Fontan.

dégorge dans le réservoir dans une cuvette en marbre dont les bords supérieurs sont à 0^{m},35 du fond. Elle ne peut d'ailleurs se rendre à la soupape de service qu'en franchissant des languettes de calme en marbre, également placées, ainsi que la soupape, à 0^{m}·35 du fond. Ces languettes facilitent le dépôt des corps entraînés (sable et sulfure de fer), et s'opposent à tout entraînement ultérieur, et à toute agitation du dépôt. D'un autre côté, les voûtes des réservoirs sont hermétiques ; elles n'ont que 0^{m},08 de flèche. En outre le trop plein général *xy* reçoit les eaux surabondantes au moyen d'un tuyau en porcelaine descendant au fond du réservoir, vrai siphon qui prend les eaux en excès dans la cuvette d'admission à 0^{m}·30 du fond. Les résultats obtenus par l'ensemble des dispositions qui précèdent, sont indiqués au tableau ci-contre. Réservoirs.

Aux faits que signale ce tableau nous ajouterons que, depuis l'exécution des travaux, l'action des infiltrations pluviales ne s'est pas fait sentir, et que le seul changement observé dans l'état des eaux *sulfureuses* a été une légère augmentation de température résultant sans doute de l'assiette du régime nouvellement établi.

Les sources inférieures, la Grotte et Richard, mieux captées, ont augmenté de volume et de température.

La ville de Luchon s'étant mise en mesure d'utiliser avantageusement les ressources actuelles en eaux thermales, par la fondation de thermes nouveaux, M. François, dans des vues d'exécution facile et économique, a ajourné à l'époque de leur construction l'aménagement des eaux inférieures. Une galerie projetée suivant l'axe ABC (*Pl. XVIII*), doit servir à recueillir et à capter ces eaux destinées à alimenter des piscines et des bains.

Tableau des résultats

INDICATION des sources.	TEMPÉRATURE						DÉPENSES DES SOURCES					
	avant 1836.	18 oct 1836.	10 oct. 1837.	15 mars 1839	10 nov. 1839.	15 mars 1841.	avant 1836.	11 oct. 1836.	10 oct. 1837.	15 mars 1839.	10 nov. 1839.	15 mars 1841.
							lit.	lit.	lit.	lit.	lit.	lit.
Source Ferras ancienne	32°, 00	27°, 00	27°, 00	•	•	24°, 70	•	17.280	17.280	•	•	12 528
Ferras nouvelle.	•	•	•	31°, 00	29°, 00	38, 00	•	•	•	19.480	28.078	46.627
Source de l'Enceinte.	•	•	•	49, 00	49, 00	•	•	•	•	1.730	1.730	•
Blanche ancienne.	21, 20	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Blanche nouvelle.	•	•	•	33, 00	32, 40	38, 00	•	•	•	30.845	31.620	66.972
Source-aux-Yeux.	47, 00	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Grotte supérieure.	59, 60	43, 60	43, 60	53, 10	53, 00	56, 90	•	9.666	9,666	29.625	27.280	24.091
Bayen	•	•	•	46, 00	66, 00	66, 20	•	•	•	•	•	
Ancienne Reine.	47, 00	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Nouvelle Reine.	•	•	52, 00	55, 10	56, 00	59, 50	•	101.624	95.982	44.847	70 008	75.312
Chauffoir.	•	46, 50	48, 00	48, 00	48, 10	53, 40	•	24.872	16 416	90.750	58 599	37.353
Nouvelle Richard.	•	41, 20	41, 00	37, 00	38, 10	43, 00	•	20.020	13.791	30.250	40.955	59 181
Ancienne Richard.	44, 20	53, 80	53, 80	54, 10	54, 20	41, 00	18.666	6.124	6.124	6.124	3.168	21.038
Grotte inférieure.	56, 30	57, 00	57, 00	58, 00	59, 00	52, 00	27.458	21 540	21.540	21.540	17.280	17.136
Source ferrugineuse.	•	•	•	•	•	25, 50	•	•	•	•	•	19.280
Totaux.	•	•	•	•	•	•	118.000	201.129	180.805	284 354	286.498	372.373
Source froide.	19, 10	17, 15	17, 12	16, 00	15, 50	15, 50	•	•	•	472.000	291.600	625 000

NOTE

Sur les richesses de la Bohême en combustibles fossiles, et sur le bassin houiller de Radnitz en particulier;

Par M. MICHEL CHEVALIER, Ingénieur en chef des mines.

La Bohême a reçu de la nature une dotation remarquable en combustibles minéraux. Elle possède une étendue considérable de terrain houiller. Elle y joint, en immense quantité, un fort beau lignite. Elle présente aussi à l'observateur, sinon à l'industriel, un autre combustible fossile, l'anthracite. Enfin la Bohême a des dépôts de tourbe dignes d'intérêt. Cette tourbe est, sur plusieurs points, d'une pureté telle qu'on a pu la carboniser et la charger ensuite dans les hauts-fourneaux pour fondre le minerai de fer. C'est ce qui se passe aux forges de Mayer Œfen, près de Marienbad, qui appartiennent à M. le comte Kollowrat. Il résulte des renseignements positifs qui m'ont été communiqués, que cette tourbe carbonisée a été substituée avec avantage au charbon de bois, dans la proportion d'un tiers. On m'a certifié qu'à Schlackenwerth, dans le nord-ouest de la Bohême, la tourbe recevait la même destination. Il existe aussi de la tourbe dans les environs de Budweis et plus encore dans le Bœhmer-Wald, chaîne qui sépare la Bohême de la Bavière. Variétés de combustible fossile qu'offre la Bohême. Houille, lignite, anthracite, tourbe.

Comme s'il fallait que la Bohême eût le carbone sous toutes les formes, on y trouve de la Plombagine.

plombagine, qui s'exploite avec avantage sur une grande échelle. Dans les domaines du prince de Schwartzenberg, à Schwartzbach, seigneurie de Krummau, au midi de Budweis, la plombagine forme dans le gneiss, non loin du granite, une couche de 2 à 4 mètres d'épaisseur, qui quelquefois va à 6 mètres. On assure que l'on en retire annuellement 18,000 quintaux autrichiens (un million de kilogrammes) de plombagine, qui s'embarquent à Budweis sur la Moldau et descendent ainsi jusqu'à Hambourg, d'où ils se rendent en Angleterre.

Je vais exposer rapidement les circonstances géologiques et topographiques qui concernent ces divers combustibles minéraux, en m'occupant surtout de la houille.

Houille.

Deux zones distinctes de terrain houiller.

On peut distinguer dans la Bohême, et particulièrement dans la Bohême du nord, à *l'égard* du terrain houiller et généralement des terrains secondaires, deux zones qui diffèrent par leurs caractères généraux. Elles occupent l'une l'est, l'autre l'ouest de cette partie septentrionale du royaume. La séparation est formée par le schiste micacé et par le schiste de transition; elle est assez bien indiquée par la ligne dirigée du midi au nord que suivent la Moldau et l'Elbe à partir de Prague. Cette barrière paraît d'ailleurs établir une complète solution de continuité entre les deux zones.

Gîte houiller de la Bohême orientale.

Dans la division orientale, la houille réside au milieu du grès rouge, connu depuis des siècles par les mineurs allemands sous le nom de *rothe todte liegende*. Ce grès rouge et les formations

plus récentes qui le recouvrent paraissent constituer dans la zone orientale de la Bohême du nord, un grand ensemble continu. A l'ouest, au contraire, la houille est constamment située dans un terrain qui offre tous les caractères extérieurs de la formation houillère proprement dite. Il est vrai que les géologues n'assignent positivement aucune différence d'âge entre le rothe todte liegende et le terrain houiller ainsi spécialement dénommé. A l'ouest, d'ailleurs, le terrain qui recèle la houille, au lieu d'être toujours, comme dans l'est, en vastes massifs soudés les uns aux autres, selon toute apparence, et déposés en un seul bloc, forme des bassins parfaitement isolés qui fréquemment n'ont qu'une très-petite étendue.

Formation carbonifère de *rothe todte liegende* de la Bohême. 1er lambeau.

Le grès rouge existe particulièrement au nord-est de la Bohême, dans les cercles de Kœniggratz et de Bidschow, au pied de la chaîne des Géants (*Riesen Gebirge*), et plus à l'est, dans les montagnes de Rachod et de Braunau, en passant par Liebstadtl, Arnau et Trautenau. De là, continuant à s'étendre à l'est, il passe en Silésie et devient une partie intégrante de la chaîne des Sudètes. Dans cette région l'on trouve comme couches subordonnées au grès rouge proprement dit et au conglomérat qui l'accompagne :

Nature des roches qui composent cette formation.

1° Un grès micacé et feuilleté, appelé pierre du soleil (*Sonnenstein*) ;

2° Un calcaire compacte (près de Braunau, Ottendorf, Ruppersdorf, puis près de Petzka, Crikwaska, Tatobit, Hollenitz) ;

3° De l'arkose ou grès ressemblant au granite, qui fournit de bonnes pierres à bâtir. La bande de terrain allant de Nachod à Schatzlar, offre des massifs composés de cette roche. L'arkose domine

dans le district de Chliwitz, Straschkowitz, Markausch, Qualisch et Peterdorf; on l'y rencontre en innombrables blocs au pied des coteaux. Il est associé à un conglomérat quartzeux à gros grains, tantôt solide, tantôt friable, et alors de couleur grise. L'arkose et le conglomérat qui lui est uni représentent les assises supérieures de la formation de grès rouge, quoiqu'ils alternent quelquefois avec les assises inférieures. C'est entre l'arkose et le grès rouge proprement dit que l'on rencontre, lorsqu'elles existent, les couches de houille qu'escorte alors, en les recouvrant, un schiste noirâtre, plus ou moins bitumineux et riche en empreintes végétales. Sur plusieurs points la houille manque complétement entre le grès rouge proprement dit et l'arkose. A sa place on aperçoit un schiste de couleur moins foncée que celui qui suit habituellement la houille, et, avec ce schiste, du bois pétrifié en couches bien caractérisées. Ce *bois pétrifié*, qui se montre là où la houille n'existe pas, n'a pas été signalé là où la houille est reconnue. Il semble que la houille et le bois pétrifié s'excluent mutuellement, et que, selon des circonstances dont la science n'a point découvert le secret, la végétation des temps primitifs ait été convertie tout entière tantôt en combustible précieux pour l'homme, tantôt en une pierre qui n'a plus conservé de l'essence végétale que l'apparence extérieure.

Étendue et ressources de ce lambeau.

La région houillère que nous avons particulièrement en vue en ce moment, est attenante à la frontière prussienne. Elle a une largeur, de l'est à l'ouest, de 80 à 100 kilomètres, et une hauteur du nord au midi, de 20 à 25. On y exploite la houille dans la seigneurie de Nachod, et, sur la

lisière nord, dans la seigneurie de Schatzlar. Quoiqu'elle ait été reconnue aussi dans la seigneurie d'Adersbach, elle n'y a donné lieu à aucun travail. A Schatzlar et à Nachod l'exploitation a lieu sur une couche de 2 mètres de puissance. Plus à l'ouest, dans cette même région houillère, la houille ne se montre qu'en couches très-peu épaisses mêlées de schiste, brouillées, retournées et confondues par les porphyres, les amygdaloïdes et les basaltes qui, du sein du globe, se faisant jour jusqu'à la surface, ont bouleversé le bassin sur plusieurs points. Ces couches minces et impures ne sont bonnes qu'à être brûlées pour fournir un puissant amendement à l'agriculture. Du côté de l'est, au contraire, dans la Silésie prussienne, la même zone carbonifère offre les riches gîtes de Neurod et de Waldenburg.

D'après les renseignements qui m'ont été communiqués par un savant professeur de l'Institut polytechnique de Prague, M. Zippe, à l'obligeanee duquel je suis redevable d'une bonne partie des données consignées dans cette notice, la couche de houille de 2 mètres de puissance, que j'ai signalée tout à l'heure, serait la seule exploitable qu'offre cette zone carbonifère. C'est d'ailleurs de la houille propre à être convertie en coke. Une analyse faite par M. le professeur Balling, de l'Institut polytechnique de Prague, indique qu'on en retire 78,8 p. o/o de coke, mais que ce coke contient 20,3 p. o/o de cendres, ce qui supposerait un combustible fort médiocre, si tel était le résultat moyen, ce dont il est permis de douter.

Terrains qui le limitent à la surface du sol.

La formation carbonifère est recouverte dans toute sa hauteur, du nord au midi, un peu à l'ouest de Braunau, par une zone appartenant à la formation de craie, qui est composée de deux ro-

Grès analogue au grès vert.

ches, appelées dans le pays l'une *quadersandstein*, et l'autre *plänerkalkstein* (calcaire correspondant à la craie chloritée). La même formation la borde dans son ensemble au midi et à l'ouest.

Autres lambeaux : Celui de Kaurzim : faible importance industrielle.

A 50 kilom. au sud-ouest de ce bassin, autour de de Kaurzim, on trouve un autre périmètre occupé par le terrain de grès rouge. Ce second lambeau s'unit peut-être, probablement même, au bassin précédent par-dessous la formation de craie qui le recouvre du côté du nord, en suivant le pied de l'Iser Gebirge et du Riesen Gebirge. Sa figure est à peu près celle d'un quadrilatère ayant du nord au midi 15 kilomètres, et de l'est à l'ouest 10 Il est formé de même de grès et de conglomérat. Près de Schwartz Kosteletz on y distingue l'affleurement d'une couche de houille; mais cette couche est inclinée d'au moins 29°; elle est de peu d'épaisseur et peu digne d'être exploitée; à cause de son inclinaison rapide elle n'offrirait qu'un champ rétréci à l'industrie humaine.

Celui de Landskron ne paraît pas contenir de houille.

Au sud-est du bassin de Nachod, Braunau, Trautenau, etc., on trouve, au-dessus et au-dessous de Landskron, une bande allongée de terrain de grès rouge qui suit la frontière. La roche qui y domine est le conglomérat. Cette zone, dirigée du nord au midi, est bordée des deux côtés, dans le sens de sa longueur, par le massif élevé des formations plus récentes. Il n'est pas impossible que, plongeant en dessous de cette muraille, le terrain de grès rouge s'étende au loin, et même qu'il aille, sans s'interrompre, se lier au bassin de Nachod et de Braunau ou à celui de Kaurzim. Ce qui rend cette hypothèse plausible, c'est que dans la vallée du Still Adler, qui est déjà à une certaine distance de Landskron, on retrouve des traces de terrain de grès rouge, à l'ouest de Wildenschwert

et sur d'autres points. Au surplus on n'a pas reconnu de couche de houille dans le terrain théoriquement carbonifère de Landskron.

Ainsi la formation de grès rouge, quoique occupant un vaste espace dans la Bohême orientale, y offre jusqu'à présent très-peu de ressources en combustible, excepté dans les environs de Nachod et de Schatzlar, c'est-à-dire à l'angle nord-est de la Bohême.

La Bohême occidentale présente de plus grandes richesses houillères. Terrain houiller de la Bohême occidentale.

Dans la Bohême occidentale on trouve le terrain houiller proprement dit, que l'on peut considérer, avons-nous dit, comme représentant dans la série des formations géognostiques, un étage parallèle au grès rouge où est enfermé le combustible dans la Bohême orientale. Ces deux terrains diffèrent cependant par leurs caractères extérieurs. Leur aspect est tout autre. Le conglomérat à pâte argileuse rouge, empâtant des fragments de roches primitives, qui, dans la Bohême orientale, joue un grand rôle dans le terrain carbonifère, disparaît quand on passe à l'ouest. Là, en fait de conglomérat, on trouve une roche de couleur grise dans laquelle il n'y a d'empâtés que des débris de roches de transition: Les autres éléments constitutifs du terrain houiller de la Bohême occidentale sont: Sa composition.

1° Un grès à grain fin, argileux, de couleur rouge, qu'on remarque particulièrement dans le cercle de Rakonitz, autour de Rakonitz, Kruschowitz, Horoseld et Mutiegowitz;

2° Plus fréquemment un grès gris ou blanchâtre à gros grain, facile à désagréger, ferrugineux par

place; d'autres fois blanchi par une pâte de kaolin disséminée dans sa masse;

3° Un arkose ayant des rapports avec le grès précédent et alternant avec lui, mais moins fréquent que lui;

4° Un schiste argileux, tantôt jaunâtre, tantôt gris, tantôt plus foncé et assez riche en empreintes végétales.

5° Ce terrain houiller repose habituellement sur le terrain de transition. Il le recouvre à stratification discordante. Il n'est pas sans exemple cependant de lui voir border le granite primitif; ainsi, près de Czistay, Koch Libin et Postworow (à la limite occidentale du cercle de Rakonitz), le terrain houiller se termine en pointe entre le granite et le terrain de transition. Dans le cercle de Pilsen, du côté de Stab et de Merklin, il est resserré de même entre les montagnes granitiques.

Trois bassins principaux dans la Bohême occidentale.

6° On distingue dans la Bohême *occidentale* trois bassins houillers principaux, bien distincts les uns des autres, sans parler des moindres bassins. Ce sont, en descendant du nord au midi: 1° celui du cercle de Rakonitz; 2° celui de Radnitz; 3° celui de Pilsen.

Bassin de Rakonitz.

Le bassin du cercle de Rakonitz est vaste. Il a de l'est à l'ouest 65 kilomètres, et du midi au nord 15 à 20 kilomètres. Il y a lieu de penser qu'il se prolonge au sud-est, du côté de Prague, et au nord vers L'Erz Gebirge, puisque sur le quart environ de sa largeur au midi et sur toute son étendue au nord il plonge sous le grès et le calcaire, qui représentent en Bohême la formation crayeuse (quadersandstein et plänerkalkstein), et sous lesquels tout porte à croire qu'il s'étend à distance. Sur la superficie déterminée par la longueur et la largeur indiquées tout à l'heure, il

n'est pas partout à jour. Divers lambeaux de quadersandstein et de plänerkalkstein occupent la surface du sol çà et là; mais il est indubitable que le terrain houiller existe en dessous, car les vallées profondément creusées dans les couches de ce quadersandstein ou du plänerkalkstein montrent fréquemment, à leur point le plus bas, la formation houillère. A Mulhausen, sur la rive gauche de la Moldau, on distingue ainsi très-clairement l'un au-dessous de l'autre, les divers étages des formations secondaires.

Voici, d'après un mémoire du professeur Riepels, la série des couches qu'a traversées, de haut en bas, un puits creusé dans ce bassin, avec l'épaisseur de chaque couche : Coupes du terrain houiller dans ce bassin.

	MESURES			
	autrichiennes.			françaises.
	toises.	pieds.		mèt.
Grès tantôt à gros grain, tantôt fin, au moins.	36	»		68,31
Houille	0	1		0,32
Schiste argileux gris	1	0		1,90
Houille avec une laie d'argile de 2 p°.	1	1		2,21
Schiste argileux noir	0	0	1/2	0,16
Schiste argileux blanc	»	»		»
Houille	»	»		»
Alternance de schistes argileux, blanc et gris, et de schiste dur	6	0		11,39
Terrain de transition, schiste quartzeux				

Sur un autre point on trouve la succession suivante :

Grès (indéterminé)				
Schiste gris solide	1	0		1,90
Houille	0	1		0,32
Schiste noir	0	0	1/4	0.08
Houille	0	1		0,32
Schiste blanchâtre	0	0	1/2	0,16
Houille	0	1		0,32
Schiste blanchâtre	0	0	1/6	0,05
Houille	0	1		0,32
Schiste noir	0	1	1/2	0,47
Houille	0	2		0,63
Schiste blanchâtre	0	0	1/2	0,16
Houille	0	5	1/2	1,74
Schiste gris ou blanchâtre (indéterminé)				
Schiste quartzeux de transition				

Ce bassin houiller a été percé par le basalte sur quelques points, et notamment à Schlan et à Winarzitz. Cependant, en masse, malgré les désordres qu'y ont occasionnés ces trouées, il est régulier dans ses allures. Les assises y sont peu ou médiocrement inclinées, et par conséquent ne se perdent pas dans la profondeur.

Exploitations de Buschtiehrad et de Schlan.

C'est dans les environs de Buschtiehrad, entre Buschtiehrad et Schlan, que ce bassin houiller est le mieux ou le moins mal exploré. Là l'exploitation remonte à une date assez ancienne. On y travaille sur deux couches qui ont chacune 2 mètres d'épaisseur moyenne et qui sont séparées par 1^{m},50 environ de schiste. La couche inférieure est la meilleure, si non la seule bonne, pour faire du coke. L'extraction est déjà assez considérable. Elle a pour objet la consommation de Prague et celle des fabriques qui avoisinent les mines. Depuis peu l'on s'est mis à fouiller le *terrain et* à étudier les affleurements, et la houille y a été reconnue sur un grand nombre de points en gîtes exploitables.

Couches reconnues près de Pürglitz.

Ainsi en marchant de Pürglitz ou de Lubna vers le nord, on a constaté l'existence d'au moins six couches; la plus épaisse a 5 pieds (1^{m},58); les autres de 2 à 3 pieds (0^{m},63 à 0^{m},95). Peut-être dans la profondeur acquièrent-elles plus de puissance. Déjà, près de Lubna, il y a une exploitation régulière. Elle a pour objet une seule couche. A Pürglitz on trouve dans quelques fragments de houille, des taches de plomb antimoiné sulfuré, semblables à celles qui, dans la plupart des houilles, sont formées de pyrite de fer. Cette circonstance n'a aucun intérêt industriel, mais c'est une rareté minéralogique.

Au nord de Petrowitz, près de Senomat, on s'est assuré aussi de l'existence de couches de 2 à 5 pieds (0m,63 à 1m,58). De même à Mutiegowitz, qui est à la limite septentrionale du bassin, on travaille sur des couches d'une puissance semblable, mais l'exploitation y est limitée et grossière (1).

Couches reconnues près de Petrowitz et de Mutigowitz.

D'ici à peu de temps, au surplus, l'exploitation de la houille prendra sur une partie de ce vaste bassin un tout autre caractère. Les forêts, amoindries par les défrichements, ne suffisent plus à la fabrication du fer, et le prince de Fürstemberg, propriétaire de la vaste seigneurie de Pürglitz, s'occupe d'organiser des travaux étendus et systématiques.

M. le professeur Balling a trouvé que la houille de Buschtiehrad donnait en petit 80 p. 0/0 de coke et 7,6 p. 0/0 de cendres.

Quantités de coke et de cendres fournies par la houille de Buschtiehrad.

Au midi de ce vaste bassin de Rakonitz est le bassin exigu de Radnitz, resserré entre des collines assez hautes de schiste, de quartz granulaire, de siénite et de porphyre. Il est formé de deux mamelons enclavés dans le terrain de transition, séparés par un vallon où le terrain de transition est à découvert, mais soudés pourtant l'un à l'autre par une étroite lisière carbonifère. L'un des deux massifs, celui qui est à l'orient de Radnitz et où l'on distingue les villages de Swina, Lochowitz et Wegwonow, a 6 kilomètres de long sur 4 de large; l'autre, placé à l'ouest de Radnitz et où sont situés

Bassin de Radnitz. Sa médiocre étendue.

(1) Les mineurs, qui sont les concessionnaires, habitent dans la mine elle-même, à la façon des anciens troglodytes.

Wranowitz, Wranowka, Heiligen-Krentz, Lhotka, est un peu plus restreint encore. Sa longueur maximum, du midi au nord, est de 7 kilomètres; sa longueur moyenne de 5; sa largeur moyenne, de l'est à l'ouest, est de 4,300 mètres. A ce compte, la superficie totale du bassin serait de 45 1/2 kilomètres carrés ou de 4,550 hectares.

Belle couche qui y est exploitée.

Mais ce petit bassin recèle, proportionnellement à son étendue, des richesses considérables. On y trouve une couche de 10 mètres de puissance, sensiblement horizontale, dont le gisement est d'une régularité remarquable, et qui est très-facile à exploiter, grâce à la consistance du charbon. Quelquefois cette couche se sépare en deux. Dans les exploitations qui sont aujourd'hui les principales, elle forme une seule masse, interrompue seulement par quelques laies de grès ou de schiste blanchâtre d'un décimètre environ. C'est de la houille pure, aisée à embraser, brûlant avec une longue flamme, sans exhaler cette odeur fétide qui appartient à trop de houilles, à plusieurs charbons de Saint-Étienne, par exemple. Elle est très-peu pyriteuse. On n'y distingue pas à l'œil nu de taches de pyrite. Ses cendres sont de couleur blanche et n'adhèrent point à la grille. C'est en un mot une houille supérieure pour la grille, mais elle est impropre à fournir du coke. M. le professeur Balling a trouvé qu'elle perdait à la carbonisation en petit 40 p. 0/0 de gaz, de bitume et d'eau, et qu'elle ne laissait que 1,34 p. 0/0 de cendres. Elle serait ainsi beaucoup plus pure que celle de la Bohême orientale, d'après ce qui a été dit tout à l'heure de celle-ci; supérieure en pureté à celle du cercle de Rakonitz, et, ainsi qu'on

le verra tout à l'heure, aux autres houilles de la Bohême occidentale. Elle s'abat en larges pièces, ce qui la fait rechercher pour le transport au loin.

Nous reviendrons tout à l'heure sur les ressources que ce bassin offre à l'industrie.

A l'ouest du petit, mais riche bassin de Radnitz est le grand bassin de Pilsen. Du côté de l'est ce bassin est limité en masse par le cours de la Radbuza; cependant au midi de Pilsen, il occupe, sur la rive orientale, une lanière presque toujours fort étroite, et, au contraire, au nord de cette ville il n'atteint pas tout à fait la rivière. Il a sa limite septentrionale auprès de Plass, Lomau, Biela, Hubenau. Il pousse même une pointe jusqu'à une faible distance de Kralowitz. Au midi il s'étend jusqu'à Stab et Dorbzan et même jusqu'à Merklin, car cette dernière localité présente des indices de houille. A peu près de toutes parts, il est bordé par le terrain de transition, principalement par le schiste quartzeux (*kiesel schiefer*). Cependant, vers son extrémité sud, il s'appuie à droite et à gauche sur des montagnes granitiques. Bassin de Pilsen.

De sa pointe méridionale voisine de Merklin, à sa pointe septentrionale qui est un peu en deçà de Kralowitz, il y a 50 kilomètres. Sa plus grande largeur, qu'il atteint au nord de Pilsen, est de 17 kilomètres. Ses dimensions moyennes sont de 30 et de 15 kilomètres, c'est-à-dire qu'il occupe un espace environ décuple du précédent. Son étendue.

Diverses couches de houille y ont été reconnues et y sont même exploitées. Il y a plusieurs années que l'on extrait du charbon des environs de Littitz, sur la rive droite de la Radbuza. Là un des Couches qui y sont exploitées ou reconnues.

tributaires de cette rivière, s'élargissant tout à coup proche de son confluent, forme un lac, sur chacune des rives duquel il existe deux couches au moins. Les couches de la rive droite ont : l'une 4 pieds (1^m,27), l'autre 6 pieds (1^m,90). Celles de la rive gauche, 6 pieds (1^m,90) et 2 pieds (0^m,63). D'après les renseignements qui m'ont été communiqués, c'est de bon charbon propre à faire du coke. Le coke que l'on en a obtenu a été essayé avec succès dans le haut-fourneau de Siathlau, et si, jusqu'à ce jour, on a différé de s'en servir couramment dans ce fourneau, c'est qu'il faut préalablement non-seulement le reconstruire, mais en refaire la soufflerie. Le charbon est aussi reconnu et exploité à Weiss Tuskau, à Wscherau, à Wilkischen, à Reschnitz, à Chotikau, à Ledetz, et sur beaucoup d'autres points. En ces diverses localités il existe en couches de 6 pieds (1^m,90) au plus, quelquefois de 2 pieds (0^m,63), et, le plus souvent, il est propre à la fabrication du coke. La principale couche de Wilkischen, qui a 6 pieds (1^m,90) de puissance, a fourni du coke aux forges de Plan, situées assez près de la limite occidentale du cercle de Pilsen.

Proportion de coke et de cendres.

Le charbon de Reschnitz (ou Dneschitz) a donné à M. le professeur Balling 65 p. o/o d'un beau coke, et 4,70 p. o/o de cendres.

Le charbon de l'une des couches de Wilkischen a rendu à M. Balling, dans trois essais successifs, 63,10—60,09—54,6 p. o/o d'un coke mal agglutiné, et les proportions suivantes des cendres, qui sont bien fortes, 15—15—12,50 p. o/o.

Nulle part, dans le grand bassin de Pilsen, le terrain houiller n'est recouvert par les roches qui représentent en Bohême la formation crayeuse.

En outre de ces trois bassins principaux, la Bohême occidentale en possède plusieurs autres plus petits et plus pauvres. Nous allons signaler les plus remarquables. Petits bassins de la Bohême occidentale.

1° Bassin de Przilep. On y avait découvert une couche de 6 pieds (1m,90). Elle est épuisée actuellement.

2° Bassin de Hiscow et Stradonitz. On y trouve, à Hiscow, une couche qui fournit de la houille de bonne qualité, mais qui est médiocrement épaisse. L'affluence des eaux a obligé d'y suspendre l'exploitation. Ce petit bassin est coupé en deux par la Beraun. Hiscow est sur la rive gauche. Sur la rive droite, à Lisek, on avait trouvé aussi du charbon; mais la couche est épuisée aujourd'hui.

3° Bassin de Zebrak, épuisé pareillement.

4° Bassin de Dobzin, près de Rokitzau. Jusqu'à présent on n'y a pas découvert de houille. Il est composé de grès houiller et d'arkose qui donnent d'excellents matériaux pour la construction des portions des hauts-fourneaux, désignés en métallurgie sous le nom d'*étalages* et d'*ouvrage*.

La houille d'aucun de ces petits bassins n'est collante. En Bohême cette qualité précieuse est un privilége réservé aux grands bassins, à l'exclusion même de celui de Radnitz.

Des indices de houille ou de terrain houiller existent encore ailleurs.

Passons aux autres combustibles minéraux que recèle la Bohême, c'est-à-dire à l'anthracite et au lignite.

Anthracite.

Un peu au nord-est de Budweis, il existe dans le gneiss un lambeau de formation de transport Gîte d'anthracite de Lhotitz

que l'on peut regarder comme analogue à cette variété du terrain de transition que les géologues anglais qualifient de vieux grès rouge (*old red sandstone*), et qui diffère complétement du grès rouge des Allemands (*rothe todte liegende*) précédemment cité. A Lhotitz, dans cette formation, on a reconnu récemment des indices de combustible minéral qui ont excité une certaine sensation, parce qu'on avait supposé que c'était de la houille, et qu'une houillère aurait le plus grand prix à Budweis. C'est de l'anthracite bien caractérisé. J'ai visité ce gîte et j'ai obtenu communication des faits recueillis par d'autres observateurs. Il en résulte que c'est simplement une curiosité géologique. Rien ne peut faire présumer qu'il y ait là un gîte de combustible dont l'industrie puisse tirer parti.

N'offre aucun intérêt commercial.

Ce lambeau d'*old red sandstone* est intercalé dans le gneiss à stratification concordante. L'anthracite forme une couche dans l'*old red sandstone*. Il est accompagné d'un schiste gris foncé, empâtant des rognons gros comme le poing tout au plus, qui sont composés de la substance du schiste lui-même, imprégnée de pyrite. La couche d'anthracite s'est montrée sur quelques points avec 5 pieds (1^m,58) de puissance, mais les trois cinquièmes de cette épaisseur sont formés d'un mélange de schiste et d'anthracite sans valeur. Dans les puits de recherche que j'ai visités la couche est plus pauvre encore. Elle dépasse à peine 1 mètre de puissance. Sur cette épaisseur l'anthracite pur n'occupe que 20 centimètres; le reste est bon tout au plus à brûler, avec du bois, dans les poêles des paysans, et se consume difficilement. Peut-être sont-ce des couches distinctes. Dans tous les

cas l'inclinaison rapide des lits (40° environ) et la petite étendue du terrain limitent extrêmement les avantages qu'offrirait une couche régulière et puissante, en supposant que l'on en découvrît une.

Lignite.

Si le gîte d'anthracite a peu d'intérêt, il en est tout autrement de ceux de lignite.

Vastes dépôts de lignite.

Le lignite de la Bohême réside à la base du terrain tertiaire. On sait que, presque partout, les argiles qui séparent le terrain tertiaire de la craie, et que les géologues désignent par le terme générique d'argile plastique, contiennent du combustible, ici en couches exploitables, là en simples filets indiquant que la présence du lignite dans cet étage géologique doit être attribuée à une cause générale qui, nulle part, n'est restée absolument inactive.

Les dépôts de lignite se trouvent en Bohême au nord des terrains houillers, au pied des montagnes auxquelles les richesses métalliques qu'elles contiennent ont fait donner le nom d'Erz Gebirge. Ils occupent une longue zone parallèle à la frontière septentrionale du royaume, entre l'Erz Gebirge et la zone des terrains contenant de la houille, et par conséquent ils sont beaucoup plus éloignés du Danube que quelques-uns des gîtes houillers. Le lignite est situé principalement à gauche de l'Elbe, dans la Bohême occidentale. Il est beaucoup plus rare dans la Bohême orientale, dans celle où la formation carbonifère est représentée par le grès rouge.

Situation géographique de ces dépôts. Ils sont beaucoup plus éloignés du Danube que tous les dépôts houillers et particulièrement que celui à Radnitz.

Les plus beaux dépôts de lignite sont à Kaaden, Saatz, Priesen, Komotau, Brüx, Bilin, Possalberg, Laun, Tœplitz, Aussig (rive gauche de

Puissance extraordinaire de ces dépôts de lignite.

l'Elbe). On en rencontre d'importants aussi près d'Eger et de Carlsbad. L'épaisseur des couches est fréquemment de plus de 6 mètres. Elle va à 20 mètres, à 25 mètres et même à 30 mètres C'est un lignite où la substance végétale a été complétement transformée en une pâte bitumineuse. Il se boursoufle au feu. Il contient assez peu de cendres. Sa cassure est conchoïde. On le prendrait pour de la houille parfaite, si sa couleur était d'un noir bien caractérisé, au lieu d'être d'un brun foncé. C'est cette couleur qui lui a valu le nom sous lequel on le désigne (*braunkohle*). L'abondance de ce lignite est telle que, là surtout où il contient une plus forte proportion de matières terreuses, on le brûle pour en obtenir des cendres qui constituent un engrais actif.

Comme l'espace occupé par la formation qui recèle le lignite est vaste, puisqu'un seul bassin, celui de Komotau, Brüx et Tœplitz, a une longueur de 65 kilomètres et une largeur de 10 à 30, moyennement de 20, les ressources de la Bohême septentrionale en lignite peuvent être regardées comme indéfinies.

Proportions de cendres et de coke.

M. le professeur Balling a trouvé, dans celui d'Elbogen, 6,66 pour cent de cendres. Il en a retiré, à la distillation, 37,18 pour cent seulement d'une espèce de coke boursouflé. Tout le reste s'en va en gaz, en goudron ou en liquide empyreumatique.

Voici quelques exemples de la succession des couches dans le terrain à lignite :

Coupes de terrain à lignite.	MESURES de Bohême.	MESURES françaises.
1° *A Littmitz, près d'Elbogen.*	aunes (1).	mètres.
Terre végétale et terre franche	1 1/2	0,89
Marnes grises, bleuâtres ou jaunes	14	8,32
Marnes ocreuses ou gris bleuâtre	2	1,19
Lignite analogue à la tourbe	1 à 2	0,59 à 1,19
Marnes avec des pyrites (*Eisenkies*)	4 à 5	2,38 à 2,97
Schiste susceptible de combustion (*Branschiefer*)	6	3,56
Lignite	12 à 18	7,13 à 10,69
Quartz compacte (indéterminé)		
2° *A Reuss, près de Brüx.*		
Terre végétale et terre franche	3	1,78
Marnes	6	3,56
Sable	2	1,19
Schiste argileux, mêlé de parties charbonneuses	5	2,97
Lignite désagrégé (*Losche*)	3	1,78
Lignite	1 1/2	0,89
Argile à potier	1 1/2	0,89
Lignite désagrégé (*Losche*)	4	2,38
Marnes blanches	1	0,59
Charbon	6	3,56
Argile pyriteuse	0 1/4	0,15
Glaise	0 3/4	0,44
Lignite désagrégé (*Losche*)	0 3/4	0,44
Argile pyriteuse	0 1/4	0,15
Lignite d'une épaisseur inconnue, exploité seulement sur	6	3,56
3° *A Kutterschutz, près de Bilin.*	toises.	
Terre argileuse	2	3,80
Cailloux et graviers	2	3,80
Marne bleue	10	19,00
Sable	3 1/2	6,65
Marnes pénétrées de combustible	3	5,70
Argile bleue	1	1,90
Lignite mêlé de marne	0 1/2	0,95
Marne	1	1,90
Lignite mêlé de bois bitumineux à sa partie supérieure	2	3,80
Lignite avec marnes	1	1,90
Lignite dont on n'a pas atteint le fond, quoiqu'on l'ait traversé sur	12	22,80

(1) Une aune de Bohême vaut $0^m,594$.

Du bassin de Radnitz.

Exploitation de Wranowka.

Dans l'exploitation de Saint-Joseph, à Wranowka, la couche se présente à la profondeur de 25 à 45 mètres. Elle est d'une solidité et d'une régularité remarquables. Les galeries y ont 4 mètres au moins, et souvent 6 mètres de large et autant de haut. Sur quelques points il y a des carrefours de 12 mètres de large, et malgré ces dimensions inusitées, doubles au moins, quadruples même pour la largeur, de celles que l'on rencontre ordinairement dans les houillères, nulle part il n'y a de bois de soutènement. J'ai remarqué, près d'un large carrefour, un pilier qui n'avait à son extrémité que 0m,65 d'épaisseur et qui résistait. Il n'est d'ailleurs aussi mince que par l'effet de l'inattention et de l'imprévoyance du maître mineur. Je ne connais pas de mines de charbon qui présente à beaucoup près une pareille économie de bois, ou qui même approche, sous ce rapport, de celle dont il s'agit ici.

Puissance de la couche.

La puissance habituelle de la couche est de 9 à 10 mètres. Sur cette puissance totale on ne rencontre que 3 à 4 filets de grès à grain fin, d'un décimètre seulement, et faciles à séparer du charbon, à cause de leur teinte blanchâtre.

Toit solide.

Le toit qui est immédiatement au-dessus du charbon, est un grès à grain fin, solide; et c'est la première cause de la facilité que l'on trouve à donner aux galeries des dimensions extraordinaires.

Eau à épuiser.

L'eau est médiocrement abondante dans la mine; malgré la grande étendue des galeries qui y sont établies, il n'y a, par jour, que 300 bennes, de 7 pieds cubes chacune (221 litres). De là un

travail de cinq heures chaque nuit. Avec une pompe, l'épuisement serait tout à fait simplifié.

Le charbon est d'un beau noir, brillant, exempt de pyrites visibles. Il est formé de feuillets distincts à l'œil, mais qui, dans la mine, n'ont pas de tendance à se séparer. C'est seulement à la longue, lorsque la charbon a été longtemps exposé à l'air, que cette sorte de clivage devient sensible et que les lames tendent à se partager sur leur pourtour en blocs d'un à trois centimètres d'épaisseur. J'ai vu à Budweis du charbon gros de Radnitz qui avait subi dans des charrettes le long trajet des mines à cette ville et qui était demeuré plusieurs mois à l'air; il avait gardé son bon aspect; les blocs restaient intacts, seulement il était facile de les briser sur leurs bords. Aspect du charbon.

Nous avons dit plus haut quelles étaient les qualités de ce charbon.

Dans la mine il s'abat en beaux blocs. On estime à Wranowka qu'une toise cube ($6^{m.c.},83$) donne 6.600 livres (1) (3.696 kilog.) de gros, 5.160 livres (2.890 kilog.), de dimension moyenne, semblable à ce qu'à Mons on appelle *gaillette* et *gailletterie*, et 5.040 livres (2.822 kilog.) de menu. Ce dernier produit reste sans utilité, comme dans les mines anglaises. On le laisse en tas près des puits, et, après quelques mois, il s'échauffe, s'embrase et se consume lentement. On se propose d'en tirer parti pour la chaufournerie et la briqueterie autant que possible. La quantité de charbon marchand que l'on extrait ainsi par mètre cube massif est de 964 kilog. Proportions de gros, de moyen et de menu.

(1) Une livre d'Autriche représente $0^{kil.},56$.

Prix d'extraction.

Le prix d'extraction est, tous frais compris (1), de 3 kreutzer (2) par unité de mesure (c'est, pour le gros, un quintal avec un dixième en sus ou 110 livres, et, pour la gaillette, la benne de 120 livres).

Ou par 100 kilogrammes de gros. . . 0f,21
— de gaillette. . 0,19

Moyennement, en supposant une quantité égale de gros et de gaillette, le prix d'extraction est donc de 20 centimes par 100 kilog. ou 2 francs par tonne. Ce prix est extrêmement bas, ce qui est dû à diverses causes : l'exploitation est déjà passablement conduite; le boisage ne coûte rien; la largeur des galeries facilite le herchage, c'est-à-dire le transport de la taille au bas du puits; l'eau est peu abondante; enfin, dans le pays, la main-d'œuvre est à bon marché. Les paysans qui se font mineurs reçoivent actuellement 1 franc par jour, quoique les extracteurs se les disputent. Il y a deux ans leur salaire n'était que 52 centimes; M. de Wurmbrand, pour obtenir des travailleurs, s'est adressé à l'autorité militaire, qui lui a fourni une soixantaine de soldats acceptant volontairement cette destination. Y compris leur nourriture, estimée à 50 centimes, ces militaires reçoivent 1 fr. 75 c.

Salaire de mineurs.

On estime que pour enlever les piliers, en remblayant, le prix serait augmenté des deux tiers et serait :

---

(1) En répartissant les frais sur le gros et la gaillette seule; le menu ne se vendant pas n'est considéré pour rien.

(2) La monnaie courante d'Autriche est le florin, qui se divise en 60 kreutzer.

Le florin vaut. . . .	2 fr.,59 3/4
Le kreutzer.	0 ,04325

Par unité de mesure de 5 kreutzers ou par quintal métrique, de gros. . . . . 0f.,35 *Prix d'extraction en enlevant les piliers.*
de gaillette. . . . . 0 ,32
Ou, moyennement, en supposant des quantités égales de gros et de gaillette, de. . . . . 0 ,33 1/3

Ce serait encore inférieur de 20 centimes environ par 100 kilog. aux prix de revient de Saint-Étienne, et de 30 à 35 aux prix de revient de Mons, de 40 centimes à ceux d'Anzin; et pourtant à Saint-Étienne et dans le Nord on répartit les frais sur la totalité de l'extraction, tandis que pour les charbons de Radnitz, dans le présent calcul, on a défalqué de l'extraction le menu, qui en forme le tiers ou le quart. *Ces prix d'extraction sont très-bas.*

Le prix de vente est:

Par quintal fort (110 kilog.) de gros, 9 kreutzers ou par 100 kilog. . . . . 0f.,63 *Prix de vente et bénéfice. Pour le gros.*

Par benne de 120 kilog. de gaillette, 7 kreutzers ou par 100 kilog. . . . . 0 ,45 *Pour la gaillette.*

Moyennement, en supposant une quantité égale de gros et de gaillette, quoiqu'à Saint-Joseph la proportion de gros soit plus forte, ce serait par 100 kilog. 54 centimes.

Ce qui actuellement laisse une bénéfice de 34 centimes par quintal métrique ou de 3 fr. 40 cent. par tonne.

Il est essentiel de remarquer que ce bénéfice, quoiqu'il soit considérable relativement au prix de revient, puisqu'il représente plus de 150 p. 0/0, est fort modique quand on l'envisage dans sa quotité absolue. *Le bénéfice relatif est élevé, mais le bénéfice absolu modique.*

D'après la loi de Bohême, les concessions de terrain houiller sont d'une étendue limitée. Une concession proprement dite n'embrasse qu'une *Étendue des concessions en Bohême.*

superficie de 224 toises sur 56 (425 mètres sur 106m,25) ou de 4 1/2 hectares, et ne s'étend, dans la profondeur, qu'à 100 toises (190 mètres). Pour acquérir la concession du gîte minéral situé à une profondeur plus grande, il faut creuser au delà de 100 toises (190 mètres) et reconnaître la mine à cet étage inférieur; mais par un seul puits, moyennant des galeries conduites dans les diverses directions au fond des puits, on peut obtenir une concession quadruple en surface de la concession primitive, c'est-à-dire de 224 toises sur 224 (425 mètres sur 425) ou de 18 hectares 6 centiares.

Au surplus rien ne s'oppose, en Bohême, à ce que plusieurs concessions soient accordées à la même personne. D'ailleurs la loi garantit la concession à l'inventeur.

En France il est d'usage de n'accorder qu'une seule concession, dans le même bassin houiller, à la même personne; mais l'étendue des concessions françaises est, en général, infiniment plus grande que celle des concessions de la Bohême. Elles sont d'ailleurs illimitées dans la profondeur. Il est rare que les concessions françaises aient moins de quelques centaines d'hectares. Celles qui remontent à une date ancienne ont un grand nombre de kilomètres carrés. Il y a des concessions de houille qui s'étendent sur une superficie double du bassin de Radnitz tout entier.

L'exploitation des mines est soumise, en Bohême, à un droit assez lourd. C'est la dîme en nature qui est due au seigneur. Sur dix quintaux extrait il faut lui en remettre un.

Aperçu des débouchés futurs du bassin de Radnitz. — De la concurrence qu'il pourrait avoir à craindre.

La consommation de la houille dans le pays va croissant. Les forêts diminuent et la demande de combustible augmente pour les fabriques d'acide sulfurique, qui sont déjà très-nombreuses en Bohême, qui s'y multiplient encore et qui emploient un procédé dans lequel le feu joue un grand rôle, puisque l'acide est produit par la distillation du sulfate de fer. L'industrie en général et le chauffage domestique ont des besoins de plus en plus grands. La consommation locale (je veux dire, celle de la Bohême centrale et occidentale) ne peut donc manquer de s'augmenter beaucoup. Les forges du voisinage, qui sont importantes et dont le développement n'est limité que par le combustible, se transformeront infailliblement à peu près comme l'ont fait celles de France, dans lesquelles on réserve le bois pour la fusion du minerai et où l'on affine la fonte au moyen de la houille.

Progrès de la consommation de la houille dans le pays.

A Prague le progrès est manifeste, ainsi que le montre le tableau suivant fourni par l'administration.

Consommation de la ville de Prague.

Tableau de la consommation de Prague, en combustible de toute espèce, année par année, de 1830 à 1839.

Années.	Bois dur et bois de pin.	Bois blanc, petit bois et fagots.	Total pour les bois.	Charbon de bois. Mesures		Houille. Mesures	
	Cordes. (*)	Cordes.	Cordes.	autrichiennes.	françaises.	autrichiennes.	françaises.
				quintaux.	tonnes.	quintaux.	tonnes.
1830	11 314	45.783	57.097	10 102	566	187.760	10.515
1831	4.766	41.253	46.019	8.863	496	188.182	10.538
1832	5 828	38 413	44 241	11.269	631	195.953	10.973
1833	5.184	46.190	51.374	10.196	571	202.021	11.313
1834	9.550	82.552	92 102	10.713	600	244.611	13.698
1835	3.815	41.150	44.965	12.098	677	264.311	14.801
1836	3.825	32.410	36.235	11.877	665	285.519	15.989
1837	4.581	44.117	48.698	12.668	710	293.917	16.459
1838	5.307	41.063	46 370	12 668	710	339.209	18.996
1839	5.199	40 963	46.162	15.789	884	433.117	24.255

(*) La corde représente 2 stères et demi.

Ainsi dans la ville de Prague, pendant que la consommation de bois restait stationnaire ou même diminuait, celle de houille (1) augmentait en neuf ans dans le rapport de 187,760 à 433,117, c'est-à-dire de 135 p. o/o. Prague ne prendrait probablement qu'une médiore dose des charbons de Radnitz. Butschirad et Schlan sont plus rapprochés. Déjà pourtant il entre à Prague une certaine quantité de charbon de Radnitz. L'excellence de celui-ci pour le chauffage domestique lui assurerait, même à un prix plus élevé, un certain débouché.

(1) Il entre à Prague du lignite, mais dans une faible proportion. Il est, dans le tableau précédent, assimilé à la houille.

Mais les regards des exploitants se tournent vers le Danube, qu'ils considèrent comme devant indéfiniment étendre leur rayon d'activité. Vallée du Danube. Vienne

La navigation à vapeur existe déjà sur le Danube, à partir d'Ulm jusqu'à son embouchure. Elle doit y prendre un grand essor. Peu de fleuves au monde ont une destinée comparable à celle du Danube. Il n'y en a aucun en Europe dont le cours soit aussi long. Il n'y en a pas un au monde qui compte dans son bassin des populations aussi nombreuses (1). Si, dans ce bassin, la houille arrivait à portée des consommateurs à un prix qui ne fût pas excessif, la consommation devrait graduellement s'élever à un chiffre considérable. Qui ne conçoit ce qu'absorberait la seule ville de Vienne avec ses 400.000 habitants, avec ses hivers rigoureux, avec ses briqueteries que le mode de construction adopté dans cette capitale tient en activité, avec ses ateliers de tout genre?

Vienne reçoit encore peu de combustible minéral; cependant, sous ce rapport, sa consomma-

(1) L'étendue de son cours est d'environ 2.800 kilomètres. Le Rhin n'en a que 1.200; la Loire, 1 000; la Seine, 700; la Tamise, 350. Son bassin occupe un espace quadruple de celui du Rhin, sextuple de celui de la Loire, décuple de celui de la Garonne, trente-cinq fois plus grand que celui de la Tamise, et presque une fois et demie aussi vaste que la France. Il est vrai que, depuis la découverte du nouveau monde, le Danube peut, aux yeux du géographe théoricien et du naturaliste, n'être plus que de taille médiocre, car il est autant dépassé par le fleuve des Amazones et par le Mississipi, qu'il dépasse lui-même le Rhin ou la Loire; mais aux yeux de l'administrateur, qui mesure l'importance des diverses régions du globe d'après leur population, et qui fait peu de cas des solitudes, le Danube maintenant n'est ni plus ni moins que le premier fleuve que notre civilisation ait touché.

tion va rapidement croissant depuis quelques années, tandis qu'à l'égard du bois elle varie peu.

Voici le tableau de la consommation des divers combustibles dans cette capitale depuis 1831.

Tableau de la consommation de Vienne, en bois, en charbon de bois et en houille, année par année, de 1831 à 1839.

Années.	Bois.	Charbon de bois.		Houille.	
	Cordes.	Quintaux autrichiens.	Tonnes.	Quintaux autrichiens.	Tonnes.
1831	126.033	86 200	4.827	57.497	3.220
1832	103.883	77.468	4.338	56.944	3.189
1833	147.183	108.535	6.078	38.190	2.139
1834	113.271	112.599	6.306	61.950	3.469
1835	137 307	122.604	6.866	49.133	2.751
1836	127.282	113.189	6.339	82.395	4.614
1837	102.181	111.251	6.230	79.809	4.469
1838	130.267	122.501	6.860	125.231	7.013
1839	130 375	122.457	6.858	179.340	10.043
1840 (Trois trimestres)	101.673	108.169	6.057	131.116	7.342

Ainsi, de 1834 à 1839, la consommation de combustible minéral, comprenant d'ailleurs un peu de lignite, a plus que triplé. Ce fait légitime beaucoup d'espérances.

Prague, fin de 1840.

SUR UN NOUVEAU MODE

De décrépitation et sur les pierres qui produisent ce phénomène (pierres fulminantes de Dourgnes);

Par M. A. DE QUATREFAGES.

Les cailloux qui font le sujet de cette notice se rencontrent auprès de Dourgnes, petit village placé aux confins des départements du Tarn et de la Haute-Garonne, sur la route de Revel à Castres, au pied de la montagne Noire, dans une vallée bornée d'un côté par cette chaîne et de l'autre par les coteaux du Lauraguais. Bien que ces pierres et le phénomène qu'elles présentent soient connus de tout temps dans le pays, nous croyons qu'aucun auteur ne les a encore signalés. Ce silence s'explique par le peu d'étendue de la localité qui les fournit. On ne les trouve, en effet, que dans un champ de deux ou trois arpents d'étendue (un hectare et demi environ), placé au-dessus du village. C'est là que les habitants de Dourgnes vont les chercher aux jours de grandes réjouissances. Jetées dans les flammes du feu de joie allumé sur la place publique, elles détonent et remplacent ainsi les boîtes ou les canons dont le bruit annonce les fêtes de nos cités plus opulentes.

Le champ où on les rencontre est, avons-nous dit, d'une étendue peu considérable. Il est entouré de roches calcaires à dendrites, dont les arborisations sont formées par les oxydes de fer et de manganèse. Les pierres fulminantes sont généralement libres. Quelques-unes sont engagées dans

une petite quantité de gangue dont la pâte paraît de même nature que les pierres elles-mêmes. En général leur forme est irrégulièrement arrondie, quelquefois légèrement mamelonnée, aplatie ou oblongue. Leur taille varie depuis la grosseur du poing jusqu'à celle d'une chevrotine. Extérieurement leur couleur est blanchâtre ou rougeâtre; mais intérieurement elles présentent toutes une teinte de brique. Il suffit de les casser pour reconnaître qu'elles sont formées de couches concentriques placées autour d'un noyau central. Ce noyau diffère essentiellement du reste de la pierre. Le plus souvent c'est un fragment irrégulier, et toujours assez petit, de carbonate de chaux qui paraît provenir des roches voisines. J'ai trouvé néanmoins un de ces noyaux qui était formé par du sulfate de chaux, roche qui se rencontre aussi à des distances peu éloignées. Un autre consistait en un fragment de matière analogue à celle du reste de la pierre, mais se distinguait *facilement* par la direction et l'interruption brusque des couches dont il était formé.

La croûte extérieure des pierres se laisse rayer par l'ongle; l'intérieur est un peu plus dur, mais pourtant jamais assez pour ne pas être entamé par les calcaires voisins. A l'intérieur comme à l'extérieur ces pierres happent à la langue, et il se développe en même temps une odeur terreuse, qu'on produit aussi en les exposant à une simple expiration. Une goutte d'acide nitrique fait naître une vive effervescence sur tous les points où on la dépose.

Des pierres aussi tendres et aussi friables ne sauraient prendre un poli suffisant pour qu'on pût juger de leur structure; mais on remédie à cet

inconvénient en les couvrant d'une couche de vernis après leur avoir donné un léger douci avec la pierre ponce (1). On reconnaît alors que les couches concentriques dont nous avons parlé n'offrent une certaine régularité que dans le voisinage du noyau central; au delà elles deviennent irrégulières et empiètent assez souvent les unes sur les autres. En examinant un fragment préparé comme nous venons de le dire, avec la loupe, ou mieux avec un microscope donnant un grossissement de 30 à 35 diamètres, on observe qu'elles semblent elles-mêmes formées de couches secondaires ondoyantes, et dont la direction est généralement inclinée relativement à l'axe de la couche principale. On reconnaît également que la coloration est loin d'être uniforme, les couches variant sous ce rapport d'un beau rouge brun à un blanc sale. La matière colorante est généralement plus abondante dans l'intervalle des couches, et y est souvent déposée par plaques et par points distincts.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, ces pierres ont la propriété, lorsqu'on les expose à une température élevée, de détoner, en projetant à une distance quelquefois assez grande les charbons qui les entourent. Cette explosion a souvent lieu avant que la pierre soit arrivée au rouge sombre, mais elle est d'autant plus forte qu'elle

---

(1) Nous ne savons si ce procédé, emprunté à l'anatomie pratique, a encore été proposé pour faciliter l'examen des roches non susceptibles de se polir. Nous croyons pouvoir assurer qu'il rendra visible la structure soit de ces roches, soit même des matières terreuses, aussi bien que si elles pouvaient recevoir le poli de l'agate.

s'est fait plus longtemps attendre. Les grosses pierres détonent souvent plusieurs fois, et à chaque éclat il se sépare une certaine quantité de substance. Il arrive assez fréquemment que les petites ne détonent pas, quelle que soit l'élévation de la température. Celles qui ont un diamètre de 25 à 30 millimètres produisent en général l'explosion la plus forte, et se brisent souvent alors en un grand nombre de fragments. En examinant ceux-ci, surtout sur des pierres d'un volume assez considérable pour détoner à diverses reprises, on reconnaît facilement que la force d'expansion se développe entre les couches. Il arrive fréquemment que le noyau et les couches qui l'environnent le plus immédiatement sont en quelque sorte énuclés de la manière la plus régulière.

L'explication de ce phénomène pouvait être cherchée dans deux causes bien connues : on pouvait l'assimiler à la décrépitation que produit, dans certains sels, l'eau interposée entre les lames des cristaux. On pouvait encore le rattacher à cette décrépitation par retrait que présentent quelques terres alumineuses et les poteries mal cuites. Mais quelque desséchées que fussent ces pierres, elles ont toujours détoné de la même manière : des fragments desséchés et jetés dans le feu se sont comportés de même. Il est vrai que l'eau est retenue très-fortement par les terres alumineuses, et qu'on pourrait penser que la température à laquelle elles décrépitent peut seule la dégager en la vaporisant, et produit par là l'explosion; mais l'analyse m'a démontré que l'alumine n'entrait dans la composition de ces cailloux que dans des proportions trop faibles pour que cette hypothèse eût quelque fondement. La même raison doit faire

renoncer à l'attribuer au retrait que j'avais cru d'abord jouer un grand rôle dans la production du phénomène. D'ailleurs une expérience bien simple m'a démontré qu'il y était parfaitement étranger. Je cassai quelques pierres de manière à avoir des fragments larges et peu épais, que j'exposai à une chaleur rouge blanc. Après plusieurs essais infructueux, il s'en trouva deux qui résistèrent sans se briser, et après leur refroidissement je reconnus, en les rapportant au point d'où ils avaient été détachés, que la coaptation était aussi parfaite qu'auparavant.

Lorsque les cailloux dont il s'agit ont été soumis à cette forte température, ils éprouvent des changements remarquables; leur couleur rouge disparaît, et est remplacée par une teinte d'un blanc généralement grisâtre, noirâtre sur quelques points, qui paraissent correspondre à ceux où la matière colorante rouge était plus accumulée. Ce fait me fit soupçonner que cette matière pouvait bien être de nature organique, et en effet, en portant au rouge sombre et même à une température inférieure, une certaine quantité de poudre de ces pierres placées dans une capsule d'argent, je les vis noircir et se charbonner manifestement sous mes yeux. Dès lors je n'hésitai pas à regarder l'explosion comme due à la décomposition de cette substance.

L'examen microscopique de fragments calcinés et de petites pierres qui avaient subi la même opération sans éclater, confirma pleinement cette manière de voir. Chez les uns et les autres les couches étaient séparées par des fentes bien visibles, d'où partaient d'autres fissures qui, se portant à la

surface, avaient servi d'issue aux produits gazeux de la décomposition ignée. Ces derniers partaient presque toujours de points où on reconnaissait encore des traces d'amas plus considérables de matière colorante.

En traitant par l'acide nitrique affaibli une certaine quantité de fragments de ces pierres dont j'avais séparé le noyau central, j'eus une vive effervescence : les trois quarts environ furent dissous, et il resta dans la liqueur, lorsque l'effervescence fut calmée, des flocons d'un brun rougeâtre plus foncés que ne l'était la pierre elle-même. Le liquide filtré était parfaitement incolore. Il contenait de la chaux en très-forte proportion, une certaine quantité d'alumine, des traces bien sensibles de fer et de manganèse à l'état de protosels. Les flocons restés sur le filtre furent traités à chaud par un excès d'acide nitrique concentré; une partie fut dissoute *avec dégagement d'acide nitreux*. En employant l'acide sulfurique de la même manière, la dissolution fut moins complète à cause de l'insolubilité du sulfate de chaux. Les deux liquides renfermaient de la chaux, du fer et du manganèse. Ces mêmes flocons ayant été placés dans une dissolution concentrée de sous-carbonate de potasse, et chauffés légèrement, une partie fut dissoute. En filtrant, il passa un liquide faiblement coloré en brun, qui, traité par l'acide sulfurique, se troubla et laissa déposer une petite quantité de matière d'un brun noirâtre. Chauffés au rouge dans une capsule d'argent, les flocons ont noirci et sont devenus solubles avec effervescence dans l'acide nitrique. En filtrant la dissolution, j'ai obtenu un liquide

incolore, dans lequel j'ai reconnu de la chaux et de l'alumine dans des proportions à peu près égales à celles que j'avais trouvées dans la première expérience; mais le fer et le manganèse s'y montraient en quantité bien plus considérable. Il est resté sur le filtre des flocons non suffisamment calcinés, une matière noirâtre consistant en charbon très-divisé et matière colorante altérée, enfin une petite quantité de sable siliceux très-fin.

Des fragments de pierre chauffés au rouge blanc m'ont donné des résultats analogues à ceux que présentent les flocons calcinés. Ils se sont dissous en grande partie avec une effervescence médiocre dans l'acide nitrique, et ont laissé sur le filtre de la matière colorante altérée, du charbon, des grains siliceux : la liqueur contenait de la chaux, de l'alumine, du fer et du manganèse. Placés dans l'eau immédiatement après leur refroidissement, ils l'ont absorbée avec sifflement, production de chaleur et augmentation de volume. Ceux que j'ai conservés au contact de l'air pendant quelques jours ont présenté les mêmes phénomènes qu'un morceau de chaux vive qui se délite lentement.

Ainsi les pierres fulminantes de Dourgnes sont composées de carbonate de chaux, d'alumine, de protoxydes de fer et de manganèse, combinés, selon toute apparence, avec l'acide carbonique, et d'un peu de sable siliceux. Il s'y trouve de plus une matière colorante assez peu abondante, résultant de la combinaison d'une matière organique avec les oxydes de calcium, d'aluminium, de fer et de manganèse. Cette substance, d'après ce que nous avons vu précédemment, ne peut être que de l'acide ulmique. C'est elle qui, décomposée en petite

quantité par une chaleur assez peu élevée, occasionne l'explosion par un mode de décrépitation que nous croyons n'avoir pas encore été signalé. C'est elle aussi qui, lorsque la température est portée assez loin, disparaît en entier, laissant à sa place des traces de charbon, et faisant repasser à l'état de carbonate quelques-uns des oxydes avec lesquels elle était combinée. Mais ces carbonates, et surtout celui de chaux, sont à leur tour décomposés par la chaleur, si celle-ci est soutenue pendant un temps suffisant, et de là les phénomènes de délitescence et l'absorption rapide de l'eau que nous avons signalés précédemment.

La structure physique des pierres de Dourgnes, jointe à ce que nous venons de dire sur leur composition chimique, nous explique assez facilement leur mode de formation et leur gisement si restreint. Leur noyau central est toujours emprunté aux roches voisines, et les couches qui se sont superposées sont évidemment composées *de détritus* de ces roches joints à une certaine quantité d'alumine très-commune dans le voisinage. Il suffit dès lors de concevoir qu'un courant d'eau ait rencontré un rocher placé de manière à occasionner un remous dans un point où ne pouvaient atteindre que la vase et les plus petits fragments des pierres qu'il entraînait avec lui, pour nous rendre compte de tous les faits que nous avons signalés. En effet, cette vase plastique venant à se mouler sur de petits cailloux, les a enduits d'une couche bientôt durcie par le soleil du midi, de manière à permettre plus tard lors d'un nouveau débordement, au noyau ainsi préparé, de continuer à jouer le même rôle. Les crues suivantes ont de plus en plus

multiplié les couches concentriques, et celles-ci ont été régulières tant que la pierre résultant de leur superposition ne s'est pas trouvée avoir un volume trop considérable pour être soulevée et agitée en tout sens par le liquide chargé de vase. Mais au delà d'une certaine limite son poids, devenu trop considérable, a empêché ces mouvements variés, et par suite la vase ne se déposant plus d'une manière égale, les couches se sont confondues d'une manière irrégulière. On conçoit d'ailleurs fort bien que la même cause qui formait ces cailloux adventifs en ait réuni plusieurs dans une certaine quantité de gangues et ait ainsi donné naissance à ces agrégats peu volumineux assez semblables à des poudingues. Enfin ces divers phénomènes ont dû être essentiellement locaux, car au delà de l'abri formé par le rocher qui occasionnait le remous, ces pierres peu consistantes auraient été entraînées et bientôt détruites. On voit que notre hypothèse rend compte de toutes les circonstances offertes par les *pierres de Dourgnes*, quant à leur gisement et à leur structure.

M. Gaultier de Claubry avait le premier annoncé comme très-probable l'existence de matières organiques colorantes, entrant comme élément dans la composition d'un minéral. On sait que la distillation sèche de certaines roches siliceuses l'avait conduit à ce résultat, mais il n'avait pu le démontrer directement, la nature même des roches qu'il examinait ne permettant pas d'isoler la matière organique. Cette séparation devenait au contraire facile dans les cailloux qui sont l'objet de cette note, et nous avons trouvé, comme

on l'a vu, dans la présence d'un principe organique colorant, l'explication de la teinte des pierres de Dourgnes et celle de la propriété qui leur a valu l'épithète de *fulminantes*.

NOTICE

sur l'affinage du fer par la méthode bergamasque dans les usines de Lombardie.

Par M. Ed. AUDIBERT, Élève-Ingénieur des mines.

Il est question de la méthode bergamasque dans tous les ouvrages qui traitent de la métallurgie du fer. Mais partout elle est décrite d'après les renseignements recueillis dans les usines du Dauphiné et de la Savoie, où elle s'est maintenue jusqu'à ces dernières années. Or, à en juger par ces descriptions et par ce que nous avons vu, elle était dans ces deux contrées très-différente de ce qu'elle est en Lombardie, soit que transplantée en France à une époque déjà très-ancienne, elle y ait dégénéré, soit qu'elle ait fait depuis de grands progrès dans les usines italiennes. En un mot ce qui a été dit et publié jusqu'ici sur ce procédé, s'appliquerait *probablement* très-bien aux usines Dauphinoises si elles existaient encore, mais ne s'accorde en rien avec ce qui se passe en Lombardie. Il nous a paru intéressant de réunir les éléments d'une description complète de la méthode bergamasque telle qu'elle est pratiquée dans le centre d'usines où elle a pris naissance, et de chercher à rectifier par là, ce qu'il y a d'exagéré dans l'opinion qu'on s'est formée de ce procédé d'après des descriptions inexactes. C'est là l'objet de cette notice.

Elle sera partagée en quatre paragraphes.

Dans le premier j'essayerai de donner quelques détails sur l'état de l'industrie du fer en Lombardie.

Je m'occuperai dans le second de la fabrication de la fonte.

Le troisième contiendra la description des procédés d'affinage.

Enfin le quatrième sera destiné à comparer la méthode bergamasque aux autres procédés d'affinage au bois et à rechercher les améliorations dont elle paraît susceptible.

I.

Les usines à fer de la Lombardie sont concentrées dans la contrée comprise entre le lac de Côme et le lac de Garda. Les chaînons qui se détachent du versant méridional des Alpes et courent à peu près du nord au sud, partagent cet intervalle en sept vallées principales. Elles se présentent dans l'ordre suivant, en allant de l'ouest à l'est. 1° la vallée du lac de Côme que ses eaux remplissent presque entièrement; 2° la val Sassina; 3° la val Brembana; 4° la val Seriana; 5° la val Camonica, dont le prolongement vers le sud est occupé par le lac d'Iseo; 6° la val Trompio; 7° la val Sabbio. C'est dans les six premières et les vallons latéraux qui s'y rattachent, qu'on trouve toutes les usines à fer de Lombardie. Ces établissements appartiennent tous à des particuliers. Le gouvernement autrichien ne possédant ni forêts ni mines en Italie serait dans des conditions trop défavorables pour fonder des usines.

Il n'existe aucun document statistique sur les usines bergamasques. Le gouvernement ne s'étant réservé dans cette contrée, comme du reste dans toutes les autres provinces de l'empire autrichien, aucun contrôle sur l'industrie privée, on ne peut trouver sous ce rapport auprès de ses agents aucun

renseignement. D'autre part la distance souvent très-grande qui sépare les divers groupes d'usines, s'oppose à ce qu'on puisse obtenir des maîtres de forges des données propres à fixer des chiffres exacts de production. Nous ne pouvons donc rien présenter de complet à cet égard. Nous nous contenterons de donner une idée de l'importance de la fabrication, d'après les nombres suivants qui sont parfaitement exacts, ainsi que nous avons eu occasion de le vérifier plusieurs fois pendant notre séjour.

Quinze hauts-fourneaux sont constamment en activité; deux donnent alternativement des fontes de moulage et des fontes grises d'affinage, treize marchent exclusivement en fonte blanche lamelleuse. En estimant la production journalière de chaque fourneau à 2500 kilogrammes, ce qui est un minimum dans cette contrée, nous aurons pour la quantité totale de fonte produite annuellement 136.000 quintaux métriques environ qu'on peut partager de la manière suivante :

Fonte d'affinage. . .	127.000 q.
Fonte de moulage. . .	9.000 q.

Dans ces nombres je n'ai pas tenu compte des chômages; mais la durée des campagnes est telle, qu'ils ne peuvent avoir sur le chiffre du rendement annuel qu'une très-faible influence, qui se trouve amplement compensée par la faible production que nous avons supposée aux hauts-fourneaux.

Les fontes d'affinage sont converties en fer dans les forges de la contrée. La forme à laquelle le fer est amené en définitive dans l'opération de l'affinage varie avec les usages auxquels il est destiné. Ainsi, outre les gros fers qui passent ensuite dans

des usines accessoires où ils doivent subir les élaborations qui les rendent propres aux usages communs, à l'agriculture, au ferrage des chevaux, à la serrurerie, etc., on prépare des fers de divers échantillons qui sont destinés à des fabrications spéciales qui ont une grande importance dans le pays. Les principales sont : la fabrication des canons de fusil dans la manufacture d'armes de Brescia, celle des cercles de roues à Sovere, les tréfileries de Luce, etc. En estimant à 30 p. 0/0 le déchet de l'affinage et des opérations nécessaires pour finir le fer sous les formes que nous venons d'indiquer, il restera 90.000 quintaux métriques de fer fini.

Ce déchet de 30 p. 0/0 sur le poids de la fonte paraîtra peut-être estimé trop bas; mais on verra plus tard que dans l'opération de l'affinage la perte ne s'éleve moyennement qu'à 12 ou 15 p. 0/0, et que d'ailleurs, pour les trois quarts des fers produits, cette opération suffit pour les amener à la forme sous laquelle ils doivent être livrés aux manufactures ou à la consommation. Ainsi ce chiffre de 30 p. 0/0 est encore bien exagéré.

Nous n'avons pu avoir aucune donnée sur le nombre total des feux d'affinerie. Les usines sont groupées de telle manière que ce n'est que par un travail long et pénible qu'on pourrait arriver à le connaître. Elles sont distribuées, comme je l'ai dit, dans plusieurs vallées en général assez éloignées les unes des autres, dans chacune desquelles on se livre ordinairement à une fabrication spéciale, par une méthode particulière, ou au moins par une nuance bien distincte du procédé général. Il en résulte qu'entre les diverses vallées, il n'y a

ni rapports commerciaux, ni échange d'ouvriers. Un maître de forges est tout au plus au fait de ce qui se passe chez ceux de ses voisins avec lesquels il est en relation d'affaires, mais il ne s'occupe nullement de l'état et de l'importance de la fabrication dans les centres d'usines éloignés. Je pense donc qu'il n'y a personne en Lombardie qui ait songé à réunir des documents statistiques embrassant tous les établissements où se fait le travail du fer. Celui qui voudrait se procurer des renseignements exacts sur ce sujet, devrait se décider à les aller glaner péniblement dans les six vallées, en parcourant un à un tous les petits groupes d'usines dont elles sont parsemées. Ce travail serait d'ailleurs totalement dépourvu d'intérêt sous le rapport technique; car à part quelques faibles différences dans des détails de peu d'importance, les manipulations sont partout les mêmes.

On est frappé, quand on parcourt la Lombardie, des nombreux avantages que présente la position de ses usines. La plupart d'entre elles sont très-voisines des forêts qui couvrent encore la majeure partie des montagnes, et celles qui en sont plus éloignées trouvent dans les lacs et leurs affluents des moyens de transport économiques pour leurs combustibles. Les cours d'eau propres à mouvoir les machines sont abondants et ne tarissent jamais, de sorte que presque toutes les usines peuvent encore marcher au cœur de l'été. On trouve partout pour la construction des hauts-fourneaux des matériaux excellents. Les admirables moyens de communication dont le royaume Lombardo-Vénitien est pourvu donnent aux produits un écoulement facile et peu coûteux sur tous les points de l'Italie. Enfin la qualité supérieure des fers pro-

duits, qui les rend propres à tous les usages, doit donner à la Lombardie le monopole de certaines fabrications. C'est en effet ce qui avait lieu, il y a quelques années; les tréfileries de Lecco alimentaient toute l'Italie, les fers de roue de Sovere, les gros fers destinés à l'agriculture et à la forge de maréchal étaient et sont même encore l'objet d'un commerce considérable avec les États voisins.

Cependant l'industrie du fer dans les États milanais ne paraît pas pour bien des raisons avoir un bel avenir. D'abord, dans l'état actuel des choses, elle semble avoir atteint son maximum de production et cela à cause du manque de minerais. — Il existe, il est vrai, un très-grand nombre de mines qui pourraient vraisemblablement donner un produit annuel plus considérable, si les travaux prenaient plus d'extension et de régularité; mais c'est précisement ce qu'il est impossible de leur donner malgré toute la bonne volonté des exploitants. Les populations des montagnes, pauvres et dénuées de ressources, s'occupent seules des travaux des mines, de l'exploitation des forêts et de la fabrication du charbon. C'est là leur seul moyen d'existence, aussi sont-elles pour ainsi dire à la merci des propriétaires de mines et de bois qui peuvent taxer leur travail à aussi bas prix qu'ils le veulent. Ainsi, tandis que dans les plaines où les habitants peuvent se livrer à l'agriculture et à l'industrie de la soie, le salaire des ouvriers est aussi élevé que dans les parties les plus industrieuses de la France, celui des mineurs et des charbonniers dans les Alpes, n'en est pas la moitié. Or, aujourd'hui, dans la montagne tous les bras disponibles sont occupés. Il faudrait donc, si on voulait

activer le travail des mines, recourir aux habitants des plaines, qui exigeraient un salaire plus élevé encore que celui qui leur est attribué pour leurs occupations ordinaires. Or les usines à fer ne sont pas dans des conditions tellement avantageuses, qu'elles pussent se soutenir si le prix des minerais et du charbon éprouvait un accroissement notable.

Les forêts sont exploitées sans aucune régularité; aussi le pays se déboise-t-il sensiblement. D'année en année le charbon devient plus rare et le transport plus coûteux. Il en résulte que le prix de revient à l'usine, déjà très-élevé aujourd'hui, augmente rapidement. Ainsi les 100 kilogrammes de charbon de châtaignier ont coûté en 1841, 70 centimes de plus qu'en 1840.

Le prix de la main-d'œuvre dans les usines est élevé, relativement surtout à celui des nécessités de la vie qui, pour l'ouvrier italien, se bornent à bien peu de chose. Il se nourrit uniquement de *Polenta* et ne boit pas de vin pendant ses jours de travail, de sorte qu'en temps ordinaire, la moitié de son salaire lui suffit et au delà pour son entretien. *Mais son* sort n'est pas toujours aussi heureux. Le maïs ou blé de turquie, sa seule nourriture, lui est fourni par les plaines de la Lombardie. Quand la récolte vient à manquer, le commerce extérieur n'étant pas organisé de manière à suppléer au défaut de production, il y a disette. Le prix du maïs devient alors parfois décuple de ce qu'il est dans les années moyennes. Ces disettes ou *carestie*, comme on les appelle en Lombardie, sont malheureusement assez fréquentes. L'ouvrier paraît les oublier dans les années d'abondance, mais lorsqu'il s'agit de débattre son salaire avec

le maître de forges, il s'en souvient toujours pour faire faire une large part aux éventualités.

Enfin les usines bergamasques ne peuvent lutter que péniblement contre la concurrence des fers anglais et styriens. Elles avaient autrefois le privilége d'alimenter l'Italie méridionale de fils de fer et de fers de charronnage. La supériorité des fers milanais les avait fait toujours préférer pour ces usages aux fers anglais malgré la grande différence de prix. Mais cette différence est arrivée à tel point dans l'Italie méridionale, où les fers anglais entrent presque en franchise de droits, que malgré leur infériorité ceux-ci tendent à chasser les fers au bois de tous les marchés des États Romains et du royaume de Naples. Pour le royaume Lombardo-Vénitien, il est soumis au système des douanes autrichiennes, et par conséquent les fers anglais, frappés à l'entrée de droits considérables, ne peuvent lutter que difficilement avec ceux du pays. Mais en revanche ce système *donne libre* accès aux fers de Styrie et de Carinthie, qui font aux fers bergamasques une redoutable concurrence. On s'explique aisément ce fait, quand on sait que le gouvernement autrichien réalise 50 p. 0/0 de bénéfice dans la vente des fers produits par ses usines, aussi bien en Styrie qu'en Hongrie et dans le Banat. On est tenté au premier abord de taxer ce chiffre d'exagération; il est cependant fort exact, et nous avons trouvé tous les chefs d'usines unanimes sur ce sujet, aussi bien à Vordernberg et à l'Eisenerz en Styrie, qu'à Ressicza, Bochsàn, Vajda Hunyad en Hongrie et en Transylvanie. Ce n'est pas le lieu ici de donner les raisons de cet état de choses, je citerai seulement quelques nombres à l'appui de cette assertion. Je prendrai deux cas ex-

trêmes : 1° l'Italie industrieuse couverte de manufactures où les bras manquent, où le charbon augmente toutes les années de valeur; 2° le Banat qui est sans commerce, sans industrie, où l'on trouve seulement quelques établissements métallurgiques appartenant au gouvernement, alimentés par des forêts régulièrement aménagées; — où le nombre des usines ne peut augmenter, parce que les forêts sont toutes des propriétés de l'état qui en tire actuellement le meilleur parti possible.

En Lombardie, le charbon employé dans les forges est en général du châtaignier mélangé en petites proportions, de hêtre, de sapin. Le prix moyen est de 6 fr. 60 c. les 100 kilogrammes. Le même poids de fonte blanche lamelleuse d'excellente qualité, coûte 24 fr. L'ouvrier gagne, dans les usines, de 2 fr. 50 c. à 3 fr. par jour.

A Bochsàn (Banat) on se sert pour le travail du fer, de charbon de hêtre, bien supérieur au charbon de châtaignier, qui coûte à l'usine 92 cent. les 100 kilogrammes, en supposant que le stère pèse 200 kilogrammes. La fonte blanche grenue de bonne qualité, mais inférieure à celle du Milanais, revient à 6 fr. 25 c. le quintal métrique. L'ouvrier ne gagne jamais au delà de 80 à 85 centimes dans sa journée.

Il est vrai que l'opération de l'affinage diminue un peu ces énormes avantages; car on se sert en général en Hongrie de la méthode allemande, qui, telle que je l'y ai vu pratiquer, exige au moins deux fois autant de charbon, de temps et de main-d'œuvre que la bergamasque.

J'ai dit que je prenais ici un cas extrême, et je ne prétends pas soutenir que les usines de Styrie et de Carinthie soient placées dans des conditions

aussi avantageuses que celles du Banat. La différence n'est cependant pas aussi grande qu'on pourrait le penser; car les fers styriens arrivent par la Drave et la Save dans les parties occidentales de la Hongrie qu'ils alimentent en concurrence avec les fers provenant des usines situées au nord et au sud de cette contrée. On voit par là quels avantages immenses ont les usines d'au delà des Alpes sur celles qui sont situées en deçà. D'ailleurs les frais de transport de Carinthie en Italie, qu'on serait tenté de se représenter comme très-onéreux, se réduisent en réalité à assez peu de chose. Les fers produits dans les grandes usines qui sont aux environs de Villach et de Klagenfurt sont transportés à Udine en Frioul, par Ponteba, ou à Trieste. Le premier trajet est de 25 lieues environ, le second de 30. Or, à partir de l'une ou de l'autre de ces deux villes, ils peuvent être dirigés par eau sur tous les points du Milanais. D'ailleurs, pour la qualité, les fers de Carinthie peuvent certainement lutter avec les fers bergamasques.

Il me semble, d'après toutes ces considérations, que l'industrie du fer ne peut jamais prendre en Lombardie un grand développement. Son avenir serait même sérieusement compromis si les choses en restaient toujours au point où elles sont aujourd'hui. Mais tous les maîtres de forges désirent entrer dans la voie des améliorations, et s'ils parviennent à vaincre l'obstination de leurs ouvriers, il n'est pas douteux que leur industrie ne puisse se maintenir à peu près dans les conditions actuelles, mais sans prendre jamais un grand accroissement.

II.

FABRICATION DE LA FONTE.

Les minerais qui alimentent les hauts-fourneaux de Lombardie consistent principalement en fers spathiques très-manganésifères qu'on trouve en filons dans le terrain ancien. Les mines sont groupées sur une ligne dirigée à peu près de l'est à l'ouest au nord des lacs. Elles sont nombreuses, mais malheureusement leur richesse n'est pas grande. Les filons sont peu puissants, très-irréguliers et souvent stériles sur une grande étendue. De plus, les pyrites et la baryte sulfatée y sont parfois si abondantes qu'on est contraint à abandonner une partie des minerais. La production des mines est encore diminuée par le désordre qui règne dans les exploitations, par la mauvaise direction donnée aux anciens travaux qui rend maintenant inabordables des gîtes encore riches, et enfin par le manque de bras.

Les fontes provenant des minerais spathiques ont la plus grande ressemblance avec celles du pays de Siegen, citées partout comme type des fontes miroitantes à grandes lames. Il m'a paru intéressant de rechercher si elles présentaient les mêmes caractères dans leur composition, d'examiner en détail les circonstances de leur production, et de les rapprocher de celles des fontes de la Prusse Rhénane. On verra dans les pages suivantes que l'analogie est complète.

Les faits relatifs aux fontes du Rhin ont été puisés dans deux notices insérées dans les *Annales des mines* (2e série, t. IV, p. 245; 3e série, t. XIV, p. 465), et extraites des archives de Karsten.

Le fer spathique se rencontre partout en Lombardie avec les mêmes caractères minéralogiques. Il est très-rare qu'il soit nettement cristallisé. Ordinairement on le trouve en masses cristallines à très-petites facettes, d'un blond très-clair, qu'on pourrait confondre avec du calcaire saccharoïde, si on n'avait pas égard à la pesanteur spécifique; il est accompagné de baryte sulfatée de quartz, de pyrites de fer, et de cuivre, et de schiste talqueux.

Un échantillon pris à Dongo, qui paraissait tout à fait pur et dépourvu de gangue, a donné à l'analyse :

		Oxygène des bases.		
Carbonate de fer.	0,728		0,51	5
— de manganèse.	0,102	0,07		
— de chaux. . .	0,084	0,07	0,20	2
— de magnésie. .	0,070	0,06		
Gangue.	0,026			
	1,010			

Ainsi la composition du minéral est à très-peu près représentée par la formule $5\ F\bar{C} + 2\ (Ca.\ Mg.\ Mn.)\ \bar{C}$. Elle présente une circonstance remarquable, c'est la proportion de carbonate de chaux associée au carbonate de fer. On sait que les minerais spathiques n'en contiennent ordinairement que des traces.

Le triage des minerais est fait à la main avec beaucoup de soin. On rejette toutes les parties pyriteuses et celles où abonde la baryte sulfatée; mais quoi qu'on fasse, il reste encore une quantité assez considérable de cette dernière substance. La gangue principale du minerai trié est le schiste encaissant des filons dont on ne cherche pas d'ordinaire à se débarrasser; car il doit servir

de fondant et constituer le laitier, le quartz ne se rencontrant jamais qu'accidentellement, et en faible proportion.

Les minerais sont grillés à proximité des mines dans des fours analogues aux fours à chaux intermittents, puis transportés aux usines où on en forme de grands tas sur lesquels on fait arriver un filet d'eau. Ils restent ainsi exposés à l'air humide pendant plusieurs années (cinq, six et même huit ans dans certaines usines). Les tas se recouvrent ordinairement pendant l'été, d'une pellicule blanche de sulfate de magnésie, qui est ensuite entraînée par les pluies. On arrive ainsi à une désulfuration aussi complète qu'il est possible de l'espérer d'après la nature des minerais; car nous verrons plus loin que le soufre contenu dans les laitiers paraît provenir du sulfate de baryte dont il est impossible de se débarrasser autrement que par le triage.

On retire aussi des mines de Lombardie, mais en bien moindre quantité, des minerais magnétiques et des oxydes hydratés. Les premiers, dont le *gisement* est le même que celui des fers spathiques, sont soumis aux mêmes préparations : triage et calcination. Les seconds qui proviennent du terrain jurassique et ne contiennent aucune substance nuisible, ne sont grillés que lorsqu'on peut trouver sur la mine du combustible à très-bon marché.

Les hauts-fourneaux sont sans ouvrage, à poitrine fermée et à section rectangulaire; ce sont en un mot de véritables *fluss-ofen*. Tous sont construits sur le même modèle, et avec les mêmes dimensions. Leur hauteur totale, de la pierre de fond au gueulard, est de $7^m,20$. Sur la face an-

térieure, sont à la fois la tuyère, le trou de percée et l'ouverture qui doit donner écoulement à une partie des scories. Cette face est plane et verticale à l'intérieur comme à l'extérieur. Le ventre est à la moitié de la hauteur du fourneau; c'est un carré de 1m,62 de côté. Le gueulard est un rectangle dont le plus long côté, dirigé de la face antérieure à la face postérieure, a 0m,75; d'une face latérale à l'autre, il a 0m,50. Le fond est un carré de 0m,45. Les parois sont planes. Le vide intérieur est ainsi complétement déterminé; on voit qu'il est formé par deux pyramides quadrangulaires placées base à base, qui l'une et l'autre ont une face verticale.

La disposition de la tuyère est très-particulière. Elle est inclinée de 45° sur l'horizon, elle se termine un peu avant la poitrine du fourneau, et appuie par son arête inférieure sur le *bracciolo*, plaque de schiste horizontale, qui est *en saillie* de 4 centimètres en avant de la tuyère. La colonne d'air, rencontrant cette face plane, se rompt et se réfléchit en formant une surface conique divergente qui se répand sur toute la section du fourneau.

Immédiatement au-dessus de la tuyère est une ouverture de 20 centimètres de côté, nommé *speccio*, qui est fermée pendant le travail par une plaque de schiste; elle est destinée à passer les outils pour nettoyer le fourneau lorsqu'il s'y produit des engorgements.

Le bracciolo est soutenu par un bloc prismatique nommé *fittone*. A gauche de ce bloc est le trou de coulée, à droite l'ouverture par où s'écoulent les laitiers. Cette ouverture est pratiquée assez haut dans la poitrine pour que la plus grande

portion des laitiers reste toujours dans le fourneau, alors même que le creuset est plein de fonte. Elle fait fonction de déversoir pour prévenir l'obstruction de la tuyère.

La chemise des fourneaux est construite en schiste talqueux. On choisit pour cela les fragments où le quartz n'est pas abondant, afin d'éviter la corrosion qu'éprouverait nécessairement uue substance siliceuse de la part des laitiers qui sont toujours très-basiques.

Les circonstances du roulement sont les mêmes pour tous les fourneaux. A part quelques variations inhérentes à la richesse plus ou moins grande des minerais et à leur nature, les chiffres de la consommation, de la production, de la main-d'œuvre, et relatifs à une usine, s'appliquent aux autres sans modifications. Je donnerai ici ces détails pour le haut-fourneau de Pisogna, situé sur les bords du lac d'Iseo, qui est dans des conditions moyennes pour la facilité des approvisionnements et pour le prix de la main-d'œuvre. On doit seulement être prévenu que sa production est un peu plus élevée que la moyenne de celle des autres fourneaux.

Les campagnes de ce haut-fourneau ont toujours été très-longues. La dernière a duré 7 ans. Pendant ce laps de temps, la forme du vide intérieur est très-altérée ; il s'élargit considérablement vers la base, à la hauteur des tuyères surtout. L'aspect des fontes change en même temps, mais sans qu'elles se détériorent.

La machine soufflante se compose de 5 trompes. On n'a pas mesuré exactement la quantité d'air qu'elles fournissent, on l'évalue à 14 où 15 kilogrammes par minute.

Les minerais sont un mélange de fer spathique

et de fer oxydulé. Ce dernier n'est qu'en petite quantité. Ils sont grillés sur la mine, puis transportés à l'usine, où on les laisse exposés à l'air et humectés par un filet d'eau pendant 6 ou 7 ans. On en fait trois classes d'après leur richesse.

1° Ceux qui contiennent 43 p. o/o de fer. Ce sont des fers spathiques à gangue schisteuse. Le schiste et les bases provenant des carbonates associés au carbonate de fer, s'y trouvent dans les proportions les plus convenables pour former un laitier très-fluide; aussi ces minerais seraient-ils les plus avantageux à fondre seuls.

2° Ceux qui tiennent 53 p. o/o qui se composent aussi de fers spathiques, mais plus riches, ce sont les minerais les plus communs. Ils sont d'une fusibilité moyenne, en égard à la forme et à l'allure des hauts-fourneaux du pays, car ils passeraient pour très-fusibles dans les circonstances ordinaires.

3° Les minerais de la troisième classe ont une teneur de 65 o/o. Le fer magnétique y domine beaucoup; aussi sont-ils très-peu fusibles et peu recherchés, malgré leur richesse. Il arrive à Pisogna, en temps ordinaire, à peu près quantités égales de ce minerai et de celui de la première classe. Le mélange reproduit le minerai usuel n. 2, de sorte qu'au total, on pourrait dans la description ne mentionner que ce dernier.

Grillés et rendus à l'usine, les minerais coûtaient, lors de notre passage, 1 fr. 57 les 100 kil.

Ces minerais sont fondus sans addition. La forte proportion de manganèse qu'ils contiennent, lorsque le minerai spathique est en quantité suffisante, donne une grande fusibilité aux laitiers.

J'ai dit que, dans le cours du travail, on les

laissait s'accumuler dans les fourneaux, ce n'est que peu d'instants avant la percée que le fondeur en fait écouler une partie par l'ouverture ménagée à cet effet.

L'allure du fourneau est très-froide, le gueulard est toujours obscur. Quand la richesse des minerais n'excède pas 53 p. o/o, on peut retirer tout le fer qu'ils contiennent, car le manganèse est en proportion suffisante pour donner aux laitiers la fluidité convenable. Mais si le minerai réfractaire, celui qui tient 65 p. o/o, est en excès sur celui de la première classe, il faut, pour conserver l'allure froide du fourneau, laisser dans les laitiers 5 à 6 p. o/o de fer. Ils prennent alors une teinte verte foncée.

Dix ouvriers, y compris le *braschino* ou manœuvre, sont employés à ce fourneau. Le maître-ouvrier seul (*maestro*) est aux gages du propriétaire de l'usine qui lui donne 19 livres autrichiennes (15 fr. 85 c.) par jour. C'est à lui ensuite à se pourvoir d'ouvriers et de manœuvres qu'il paye d'après les conventions particulières faites entre eux. Le propriétaire n'entre pas dans ces arrangements; il fixe seulement le nombre des ouvriers et surveille leur travail.

Les postes sont de 12 heures, quatre ouvriers sont occupés aux charges et au gueulard, le cinquième surveille l'écoulement des laitiers. Ils se réunissent pour faire la coulée. On a préparé d'avance le sol de l'usine près du trou de percée, en l'aplanissant et formant une petite digue destinée à retenir la fonte de telle sorte qu'elle forme une plaque de 4 à 5 centimètres d'épaisseur. On enfonce ensuite à coups de marteau un ringard dans le tasseau d'argile qui bouche la percée; la

fonte coule alors avec le laitier qui s'épanche au-dessus des bords de la digne et se rend dans un bassin d'eau. On agrandit ensuite la percée pour nettoyer l'intérieur du creuset, on remet de l'argile et on donne le vent. On coule quatre fois en 24 heures.

On emploie, comme combustible, un mélange de charbons de hêtre et de sapin, pesant moyennement 160 kil. le mètre cube. Les 100 kil. rendus à l'usine coûtent 6 fr. 70 c.

La production du fourneau en 24 heures est de 3,100 kil. de fonte. La consommation en charbon est de 105 kil. de charbon pour 100 kil. de fonte.

On peut facilement, d'après ces nombres, établir le prix de revient de la fonte. Nous aurons d'abord, pour les frais spéciaux :

	fr.
Minerai, 188 kil. à 1 fr. 57 c. les 100 kil. . . .	2,94
Charbon, 105 kil. à 6 fr. 70 c. les 100 kil. . . .	7,03
Main-d'œuvre.	0,51
	10,48

Les frais généraux se composent des intérêts du capital industriel, de ceux du fonds de roulement et des frais d'entretien. Une usine telle que celle dont je viens de m'occuper, représenterait en France un capital industriel d'environ 100,000 fr. Ce nombre est trop élevé pour la Lombardie par plusieurs raisons : 1° Les cours d'eau sont abondants et n'ont pas une très-grande valeur ;

2° La construction des trompes revient à très-peu de chose dans un pays où l'on trouve des bois d'œuvre à portée et à bas prix ;

3° Il en est de même de l'établissement de l'u-

sine en général ; la simplicité de la forme du fourneau et des appareils qui en dépendent, diminue de beaucoup les frais de construction. Ainsi, en admettant pour une pareille usine un capital de 80.000 fr., nous serons probablement encore au-dessus de la vérité.

Pour le fonds de roulement, il est au contraire plus considérable que dans la plupart des usines de France, puisque les minerais doivent être achetés 7 ou 8 ans à l'avance. Nous admettrons pour ce nombre 120.000 francs.

Les frais d'entretien sont très-peu considérables. Ils ne reviennent pour la main-d'œuvre qu'à 2 fr. par jour, et pour les matériaux à la même valeur à peu près.

Les frais généraux seront donc répartis de la manière suivante :

	fr.
Intérêt du capital industriel à 5 p. 0/0. . .	0,36
Intérêt du fonds de roulement à 6 p. 0/0. .	0,65
Frais d'entretien.	0,13
	1,14
Frais spéciaux.	10,48
Total.	11,62

Ce prix de revient est très-peu considérable relativement à ceux de France, et aux prix de vente en Italie qui s'élèvent jusqu'à 19 et 20 fr. Il est vrai que dans les frais généraux, ce qui est relatif au capital industriel et au fonds de roulement n'a été déterminé ici qu'approximativement. Mais les chiffres que j'ai admis ne peuvent différer beaucoup des chiffres réels. D'ailleurs les frais généraux n'influent jamais que très-faiblement sur le prix de revient.

Les fontes sont de deux sortes : 1° Les fontes lamelleuses, 2° les fontes caverneuses.

Les premières ont la plus grande ressemblance avec les belles fontes miroitantes du pays de Siegen. Elles sont composées de grandes lames brillantes, d'un blanc d'antimoine, qui règnent non interrompues sur toute l'épaisseur des plaques, qui est de 7 à 8 cent. Elles sont dures, cassantes, et faciles à broyer. Fréquemment elles se fendillent au sortir du fourneau, suivant des faces planes; lors même que cette sorte de clivage n'est pas apparente, on la met en évidence en cassant au marteau des fragments qui ont séjourné quelque temps à l'air : ils se brisent suivant des lames dont les surfaces sont oxydées comme les parties extérieures. Les fontes de Lombardie ne présentent jamais, comme certaines variétés de fontes du Rhin, une bande grise à leur partie supérieure.

Ces fontes se produisent dans l'allure normale de la plupart des fourneaux. Pendant les deux ou trois premiers mois qui suivent la mise en feu, quand les charges en minerai sont encore faibles, il se produit souvent une variété de fonte qui ne diffère de la précédente, qu'en ce que la tendance à la structure lamelleuse y est encore plus développée. La bande supérieure des plaques est formée de feuillets très-minces, irrégulièrement entre-croisés et disjoints. La zone inférieure est identique à la fonte miroitante ordinaire.

Trois échantillons de ces fontes ont été trouvés contenir :

	(1)	(2)	(3)
Silicium. . .	0,0053	0,0048	0,0048
Manganèse. .	0,0766	0,0620	0,0071

Le n° 1 est une fonte feuilletée de Pisogna. Sa teneur en manganèse est extrêmement considérable.

Les n°s 2 et 3 sont des fontes lamelleuses ordinaires de très-bonne qualité, on voit qu'elles contiennent encore une très-forte proportion de manganèse, mais bien moins cependant que la fonte feuilletée.

J'ai trouvé dans une fonte de Löhe, en tout semblable aux précédentes pour la grandeur des lames et leur aspect, *manganèse* 0,0459.

Le laitier qui accompagne la fonte lamelleuse est fluide comme de l'eau. Refroidi, il est compacte, pierreux; sa couleur est le vert olive clair. Il fait gelée à froid avec l'acide muriatique, en produisant un dégagement assez abondant d'hydrogène sulfuré.

Un échantillon pris à Pisogna contenait :

			Oxygène.	
Silice.	0,436		0,226	4
Oxyde de manganèse. .	0,292	0,082		
Chaux.	0,170	0,047	0,151	3
Magnésie.	0,048	0,018		
Baryte.	0,046	0,004		
Alumine et fer. . . .	traces.			
Soufre.	0,010			
	1,000			

Ainsi sa composition est exprimée à très-peu près par la formule $B^3 S^4$.

On doit remarquer que les proportions de soufre et de baryte données par cette analyse se correspondent assez exactement atome à atome. Il paraît d'après cela très-probable que le soufre est contenu dans le laitier à l'état de sulfure de baryum, provenant de la réduction du sulfate, et que la presque totalité du soufre des pyrites a été

expulsée par les préparations qu'on fait subir aux minerais avant le traitement du haut-fourneau.

Les fontes caverneuses sont tenaces, très-difficiles à entamer et à pulvériser. Elles retiennent beaucoup de laitier dans leurs cavités. La structure lamelleuse y a complétement disparu. On les obtient dans les mêmes fourneaux que les fontes miroitantes, mais seulement à la fin des campagnes, lorsque la partie inférieure du fourneau est très-élargie par la corrosion. L'allure devient alors très-froide, le fourneau porte du minerai en plus grande quantité, et les laitiers sont très-ferrugineux. Ces fontes se produisent aussi, mais plus compactes et moins scoriacées, en temps ordinaire, quand on fond des minerais extrêmement riches, principalement des minerais magnétiques. Quelques fourneaux de la contrée de Brescia ne donnent que cette variété de fonte à toutes les époques de leur roulement.

La fonte grenue ou caverneuse est beaucoup moins estimée que la fonte miroitante, bien qu'elle soit plus pure. Sa teneur en manganèse est moins considérable, et certainement elle ne contient pas une quantité notable de substances nuisibles, car le fer qui en provient est excellent. Son seul défaut est de donner lieu dans l'affinage à un déchet plus considérable que la fonte lamelleuse. Ce fait paraît d'abord très-singulier, mais on verra plus loin, lors de la discussion des circonstances de l'affinage, qu'on doit l'attribuer précisément à sa faible teneur en manganèse.

On a trouvé dans deux fragments de fonte grenue provenant de localités différentes :

	(1)	(2)
Manganèse. . .	0,0503	0,0441
Silice.	0,0096?	0,0092?

Dans les fontes de la Prusse rhénane, nous retrouvons ces deux variétés dans des circonstances d'allure tout à fait semblables. Seulement il y a un terme de plus dans la série, c'est la fonte grise à acier qui se produit au commencement des campagnes quand le combustible est en excès, et qui paraît ainsi correspondre à la fonte feuilletée de Lombardie. De plus, dans l'allure intermédiaire, celle où se maintiennent normalement les fourneaux, la tendance à passer à une allure plus chaude est manifestée par la production d'une certaine proportion de fonte grise, nettement séparée de la fonte miroitante, aussi bien dans le creuset que dans le métal refroidi dont elle occupe la zone supérieure.

M. Karsten, qui a analysé les produits des fourneaux de Hamm, a trouvé aux fontes la composition suivante :

	Grise.	Lamelleuse.	Grenue.
Carbone. . .	0,0445	0,0514	0,0291
Silicium. . .	0,0131	0,0055	0,0600
Manganèse. .	0,0742	0.0449	0,0179

On voit que la proportion de carbone contenue dans la fonte lamelleuse est très-considérable, relativement à ce qui a lieu pour les fontes blanches communes, dont la teneur n'excède guère 3 et demi p. o/o en charbon. Par contre, la fonte caverneuse n'en contient qu'une faible quantité. La fonte grise est très-riche en manganèse, plus riche, je crois, qu'aucune des fontes dont l'analyse ait été donnée jusqu'à présent, à l'exception des fontes bergamasques. La fonte la-

melleuse en contient aussi une assez forte proportion; mais il n'y en a comparativement que très-peu dans la fonte caverneuse.

La composition des laitiers ne varie pas moins que celle des fontes. Celui qui accompagne la fonte grise est peu fluide et même pâteux; et renferme 50 p. 0/0 de silice, 25 p. 0/0 d'oxyde de manganèse et à peine des traces de fer. Sa composition chimique est représentée par la formule B^3S^5.

Le laitier de la fonte miroitante est extrêmement fluide.

Moins siliceux que le précédent, il est aussi beaucoup plus riche en manganèse, et ne contient d'ailleurs pas davantage de fer. Il correspond à la formule B^4S^5. Il a la plus grande analogie pour les propriétés et la composition avec le laitier de l'allure correspondante des flussofen bergamasques.

Enfin, quand les fourneaux *marchent en fonte* caverneuse, le laitier devient extrêmement basique, et est caractérisé, comme celui des fontes grenues de Bergame, par la présence d'une forte proportion de fer.

De ces notions sur la nature des fontes et des laitiers qui les accompagnent, on peut aisément déduire les conditions de la production des fontes lamelleuses. L'allure des flussofen de Lombardie est toujours très-froide, et il est impossible, d'après la construction de ces appareils, qu'il en soit autrement. Nous avons vu qu'ils sont sans ouvrage et sans creuset, que les étalages se prolongeaient jusqu'à la pierre de fond. De plus, le courant d'air ne frappe pas directement le charbon, comme dans les fourneaux ordinaires, de manière à pro-

duire une chaleur intense dans un espace restreint. Il se rompt avant d'atteindre le combustible, sur la plaque qui sert d'appui à la tuyère, et se répand en tout sens dans le fourneau. Il y produit ainsi une température moins élevée et plus uniforme. Ces dispositions sont en rapport avec la nature des minerais très-fusibles par eux-mêmes, et elles semblent, d'après les notions acquises sur la manière d'être des fontes, devoir favoriser la production de la fonte lamelleuse. Celle-ci doit en effet sa singulière structure à sa teneur en manganèse; c'est un fait généralement admis. Mais il est prouvé aussi que pour que cette structure se manifeste, il faut que la fonte ne soit pas soumise à une température élevée, et qu'elle traverse rapidement la zone du fourneau dans laquelle a lieu la séparation du graphite, c'est-à-dire le bain de laitiers qui surnage la fonte dans le creuset. Ces faits résultent d'observations nombreuses faites par M. Stengel dans les hauts-fourneaux du pays de Siégen. J'en rappelle ici brièvement les résultats.

1° La fonte lamelleuse maintenue pendant *quelque temps* à une température plus élevée que celle de sa production, se transforme en fonte grise.

2° Les grenailles de fonte renfermées dans les matières à demi fondues, puisées au-dessus de la tuyère, sont toujours blanches. Celles au contraire adhérentes au laitier pâteux qui recouvre la fonte, quand on marche avec une allure chaude, sont grises ou truitées; elles sont renfermées dans des géodes tapissées de graphite.

Dans les fourneaux de Lombardie, l'action du charbon ne s'épuise pas sur les laitiers qui sont toujours fortement basiques, et se maintiennent

à cause du manganèse qu'ils renferment, aussi liquides que de l'eau à une température moyenne. Ainsi, la fonte est soustraite aux actions qui pourraient la transformer. Lors même que l'allure est chaude, ce qui arrive au commencement des campagnes, quand les charges en combustible sont fortes, la disposition du fourneau ne permet pas à la température de s'élever au delà d'une certaine limite; et si la fonte varie dans sa nature, c'est seulement pour acquérir à un plus haut degré les propriétés qui la caractérisent; elle devient alors parfois feuilletée.

Dans les circonstances analogues, les fontes du Rhin deviennent plus manganésifères, siliceuses et grises. Cela se conçoit très-bien; rien ne s'oppose ici à ce que la chaleur devienne intense, et dès lors, la réduction étant plus active, les laitiers sont plus siliceux et peu fluides.

Bien que l'oxyde de manganèse soit irréductible par cémentation en présence de la silice dans les laboratoires, il est impossible de ne pas admettre que cette réduction a lieu partiellement dans les hauts-fourneaux. Il est probable que c'est dans le creuset et dans son passage à travers le laitier, que la fonte s'assimile le manganèse qu'elle retient, car c'est seulement dans la région la plus chaude du fourneau, dans celle où l'alliage des deux métaux peut entrer en fusion, qu'il est possible de concevoir la réduction du manganèse à l'état métallique. Cette réduction est favorisée par le séjour prolongé des laitiers dans le creuset où ils doivent éprouver de la part des fragments de charbon qui viennent s'y empâter, une décomposition partielle. On conçoit très-bien d'après cela, que dans un fourneau à poitrine fermée où

la majeure partie du laitier n'est écoulé qu'avec la fonte, celle-ci se charge d'une plus grande quantité de manganèse que dans les fourneaux ordinaires.

Quand le fourneau s'est élargi, la température doit naturellement s'y abaisser, et toutes les causes de la formation de la fonte lamelleuse perdent de leur intensité. La fonte produite est alors plus pure et moins manganésifère.

On a construit depuis quelque temps, dans les environs du lac de Côme, deux hauts-fourneaux à section circulaire, avec ouvrage et creuset, marchant à poitrine ouverte. Ils sont destinés à approvisionner la contrée de fontes de moulage. Un seul, celui de Dongo, sur les bords du lac, était en activité en 1841. Il ne travaille en fonte moulée que d'une manière intermittente; le jour on moule, la nuit on coule la fonte en gueuses, qui sont affinées dans l'usine, moitié par la méthode bergamasque, moitié par la méthode comtoise.

L'usine de Dongo est pour l'écoulement de ses produits, dans une situation avantageuse.

Le lac, et l'Adda qui en sort à Luco, donnent aux fontes et aux fers un débouché facile et économique, sur tous les points de la plaine de Milan. Malheureusement son approvisionnement en minerais et en combustibles est assez coûteux. Une faible partie des minerais lui est fournie par une mine située dans la montagne qui domine l'usine. Il tire le reste d'exploitations situées les unes du même côté du lac, mais à une distance assez grande dans l'intérieur du pays; les autres dans les montagnes qui bordent la rive opposée dans les environs de Colico. Les environs du lac de Côme sont si âpres et si tourmentés que le roulage y est impossible; c'est donc à dos de mulets qu'on

est contraint à transporter les minerais jusqu'à l'usine ou au moins jusqu'aux bords du lac. Pour les charbons c'est encore pire, la plus grande partie est amenée à dos d'hommes. Ces diverses circonstances rendent la situation de cette usine assez précaire.

Les minerais consistent en fers spathiques et fers hydroxydés. Les premiers sont toujours calcinés après triage. Les derniers, qui ne contiennent pas de soufre, ne le sont que lorsqu'on peut disposer d'une quantité suffisante de mauvais combustible. Les minerais grillés ne sont pas exposés à l'air humide pendant plusieurs années, comme dans les autres usines. On les porte immédiatement au fourneau.

Les fers carbonatés à gangue de schiste et les hydroxydes argileux se serviraient très-bien de fondant les uns aux autres, trop bien même, car en les traitant sans addition, les laitiers sont trop fusibles pour qu'on puisse marcher en *fonte grise*. On est forcé pour corriger cette fusibilité à ajouter du quarz, et cependant les laitiers sont encore assez fluides pour couler d'eux-mêmes sans que l'ouvrier soit obligé à les arracher. La proportion de quarz ajoutée est très-variable; elle dépend naturellement de la proportion relative des minerais spathiques et hydroxydes, laquelle est subordonnée à des circonstances étrangères au traitement, telles que l'activité de l'exploitation, la facilité des transports, etc.

Ordinairement le mélange des minerais rend 40 p. 0/0. La production journalière du fourneau est de 2.800 à 2.900 kilogrammes, dont 1.400 en onte de moulage et 1.400 en fonte d'affinage. Pour es moulages les ouvriers puisent dans le creuset

avec des poches de fer garnies d'argile. On puise ainsi deux fois dans la journée, la nuit on coule deux fois. La fonte de moulage n'est pas de très-bonne qualité et donne lieu à des déchets considérables.

Pour 100 kilogrammes de fonte le fourneau consomme 130 à 132 kilogrammes de charbon. L'air est chauffé à 180° par les flammes perdues, au gueulard.

III.

Affinage de la fonte.

La méthode bergamasque est considérée généralement comme très-défectueuse, relativement surtout aux méthodes françaises. En effet elle a cédé devant celles-ci dans l'Isère et dans la Savoie où tous les feux bergamasques sont remplacés maintenant par des feux comtois. Cette tendance à introduire la méthode comtoise ne se manifeste cependant pas d'une manière sensible dans la Lombardie. Il est vrai que la persistance des ouvriers à ne rien modifier absolument dans leur travail, même pour les plus petits détails, y est pour beaucoup.

Mais ce ne sont pas les ouvriers seuls qui tiennent à la conservation de l'ancien procédé, plusieurs maîtres de forges instruits qui ont visité les usines françaises et qui désirent mettre à profit les améliorations qui ont lieu tous les jours dans la fabrication du fer, pensent qu'ils pourront avec leur méthode arriver à des résultats aussi avantageux que s'ils introduisaient dans leurs usines le procédé comtois. On a déjà fait du reste des essais à ce sujet. Nous avons vu marcher à Dongo un feu comtois monté avec soin en même temps qu'un

feu bergamasque. Je donnerai plus loin les chiffres du roulement des deux feux pendant un assez long espace de temps. Il en résulte qu'au total si l'avantage est du côté du procédé comtois, il est bien minime et qu'il faudrait bien peu de chose pour que le fer bergamasque pût soutenir la concurrence. A la vérité il n'est question ici que de la quantité des produits, des déchets, de la consommation, etc., en un mot des éléments qui déterminent le prix de revient. Pour les qualités, celles produites par la méthode comtoise sont incontestablement meilleures. Mais on sait qu'une amélioration dans la nature du fer n'est souvent pas une raison suffisante pour changer un procédé. Le fer doit satisfaire aux convenances spéciales de la consommation et pas davantage. Il est inutile de lui donner des qualités superflues pour les usages auxquels il est destiné, puisque le consommateur ne les apprécierait, ni ne les jugerait. Ce serait m'exposer à des répétitions, que d'aller plus loin dans cette question. J'ai voulu seulement, avant de commencer la description des procédés d'affinage, appeler l'attention sur ce sujet. Il me suffira, dans le dernier paragraphe, de résumer les données numériques qui seront exposées dans celui-ci, pour qu'on puisse juger avec exactitude de l'état de la question.

On met en Lombardie les méthodes d'affinage au nombre de quatre. Ce sont les suivantes :

1° *Méthode de la val Sassina*, suivie dans cette vallée et le groupe d'usines de Lecco. Elle produit des fers inférieurs à ceux des autres méthodes et qui sont cependant de très-bonne qualité. Ils n'ont aucun des défauts attribués à l'influence des substances étrangères au fer contenues dans la fonte.

Ainsi ils ne sont ni rouverains ni cassants à froid. Mais le cinglage et l'étirage sont très-mal faits, de sorte que le fer n'est pas bien homogène et que souvent il est pailleux. Les gros fers sont en partie vendus pour les petites fabrications, en partie retravaillés dans les usines et convertis en petits fers et en clous. Les tréfileries de Lecco forment une branche très-importante de la fabrication. Le groupe d'usines de la val Sassina et de Lecco est un des plus considérables. Il produit annuellement 30.000 quintaux métriques de fer dont 7.000 environ sont convertis en fil de fer.

Le caractère principal de cette méthode est de donner extrêmement peu de déchet.

2° *Méthode de la val Brembana*. Elle est pratiquée dans la vallée de ce nom et à l'usine de Dongo. C'est celle qui s'était répandue dans toute la chaîne des Alpes. Son caractère est de donner de très-bon fer mais avec un déchet plus grand que dans tous les autres procédés. Les fers produits par cette méthode et la précédente sont forts et un peu aciérins.

3° *Méthode de Sovere et de la val Camonica*. Elle donne aussi d'excellents fers, mais plus doux que les précédents. Ils sont de plus très-bien parés. Leurs qualités les rendent propres à plusieurs fabrications spéciales très-importantes, dont les usines de Sovere et de la val Camonica sont exclusivement en possession, savoir : les fers de roue, les essieux de voiture et en général tout ce qui concerne le charronnage et le ferrage des chevaux. On cherche dans cette méthode à produire un bain abondant de scories, ce qu'on paraît éviter dans les deux autres.

4° *La méthode bresciane*, qui est en usage dans

quelques usines de la val Trompia, n'a rien de commun avec la méthode bergamasque. Elle a beaucoup de rapports avec l'affinage styrien. D'après le plan que je me suis proposé de suivre dans cette notice, je ne dois pas m'arrêter à décrire cette méthode qui ne se rattache en rien aux autres. Je m'occuperai seulement de la méthode bergamasque proprement dite, c'est-à-dire des trois premiers procédés que je viens de nommer.

Ces trois procédés ne sont réellement pas distincts les uns des autres ; ils ne diffèrent que par quelques nuances en relation avec la destination des fers produits et ne méritent pas de recevoir de dénominations particulières. Si je conserve ici les distinctions admises dans le pays, c'est uniquement afin d'exposer avec plus d'ordre et de clarté les diverses manipulations et leurs nuances. Je me contenterai donc de décrire minutieusement un des procédés. Pour les deux autres je le ferai d'une manière abrégée, en appuyant seulement sur les détails qui constituent de véritables différences. Je commencerai par le procédé de Lecco, le plus tranché de tous, que nous avons pu étudier d'une manière complète, grâce à l'extrême complaisance de M. Badoni, propriétaire de forges, qui a bien voulu nous donner sur ses usines et sur celles des environs des renseignements précieux.

Affinage à Lecco. Le feu d'affinerie est, comme à l'ordinaire, un vide prismatique à base quadrangulaire. Les ouvriers n'attachent que très-peu d'importance à ses dimensions, qui n'ont aucune influence sur le succès de l'opération. Le feu est en effet toujours à demi rempli de brasque de poussier de charbon, dans laquelle l'ouvrier creuse le vide qui doit être occupé par le mé-

tal et les scories, vide qui s'agrandit à mesure que l'opération avance, mais jamais assez pour atteindre les parois du foyer.

Dans l'usine où nous avons suivi l'opération que nous allons décrire, ces dimensions étaient les suivantes : distance de la varme au contrevent 0m,60, longueur de la varme et du contrevent 0m,70, profondeur du feu 0m,70. Cette profondeur paraîtra un peu grande, mais, comme je l'ai dit, le foyer est toujours à demi plein de charbon tassé, dont le niveau supérieur se maintient constamment bien au-dessus du fond, qu'il garantit ainsi de la corrosion. Aussi ne se donne-t-on pas la peine de construire la sole avec des matériaux de choix ; on se sert communément de briques ordinaires de bonne qualité, mais qui ne sont pas très-réfractaires. Les parois latérales sont en fonte. Très-souvent on se contente de plaques grossières en fonte blanche, moulées dans le sol de l'usine, aux hauts-fourneaux ordinaires ; on les acquiert ainsi à très-bas prix. On ne ménage pas d'ouverture pour l'écoulement des scories.

A côté du foyer est une plate-forme ayant 2m sur 1m,50 environ, destinée à recevoir tout ce qui est contenu dans le foyer, quand on le vide à la pelle après le *mazéage*. La cheminée est au-dessus du feu. La plaque de laiterol est couronnée par une bande de fonte inclinée destinée à appuyer et diriger les outils pendant le travail.

La tuyère placée au milieu de la varme est fortement inclinée (20° environ). Cette circonstance est jugée indispensable par les ouvriers, c'est la seule à laquelle ils attachent de l'importance dans la construction du feu. Sa saillie dans le foyer est de 4 cent.

Les outils sont : 1° le ringard ordinaire ; 2° une pelle à manche de bois, destinée à charger le poussier de charbon et à le tasser ; 3° une très-forte pelle en fer, servant à enlever du foyer la fonte et les scories après le mazéage.

La machine soufflante est une trompe qui lance dans le fourneau moyennement 5 mètres cubes d'air par minute.

Le marteau est soulevé par la queue et ne présente rien de remarquable. Son poids est beaucoup trop faible et c'est à cela qu'on doit attribuer en très-grande partie les défauts des fers de Lecco. Il ne pèse que 150 kil. et d'après le poids de la loupe, pour que le cinglage fût bien fait, il faudrait que son poids fût de 250 kil. L'enclume est à peu près au niveau du sol. Les ouvriers tiennent beaucoup à cette circonstance parce qu'ils ne veulent faire l'étirage qu'assis sur un petit escabeau à roulettes.

Le service d'un feu exige trois ouvriers, savoir : *il maestro*, *il lavorante*, *il braschino* (manœuvre). Ces ouvriers ne travaillent pas d'une manière régulière et par postes. Ils se remplacent de temps à autre à leur convenance, de façon que deux d'entre eux soient constamment à l'œuvre à l'exception du commencement de l'opération où un ouvrier suffit. Chaque ouvrier a donc 14 à 15 heures de travail par jour, ce qui paraît exorbitant au premier abord. Mais on verra que ce travail se réduit en réalité à très-peu de chose. Le propriétaire de la forge ne s'occupe pas de ces détails de main d'œuvre. Il n'a affaire qu'au *maestro* qu'il paye d'après la quantité de fer amené à l'état convenu, qui est déterminé par la nature des débouchés de

l'usine. Le maestro choisit ensuite à son gré et paye le lavorante et le braschino.

Le charbon consommé par les usines de Lecco provient de forêts situées vers l'extrémité nord du lac de Côme. Les essences sont le châtaignier, le sapin et le hêtre — cette dernière est toujours en faible proportion. — Le sapin, dont on ne se sert pas au haut-fourneau, est peu recherché pour la forge. On est obligé pourtant d'en admettre une certaine proportion en mélange avec le châtaignier. Cette proportion est très-variable. Dans les usines de M. Badoni on se servait d'un mélange de moitié de chaque essence.

En 1841 les prix des charbons étaient les suivants :

Châtaignier. . .	7 fr. 70 c.	les 100 kil.
Sapin.	7 fr. 30 c.	

Le charbon employé dans les forges coûtait donc 7 fr. 50 c.

Ce prix est beaucoup plus élevé que dans la plupart des autres groupes d'usines, 1° à cause de la longueur du transport ; 2° parce qu'aucun des maîtres *de forges* de Lecco n'est propriétaire de forêts. Il y a même ordinairement entre le propriétaire de la forge et celui du bois un intermédiaire qui est le marchand de charbon. Celui-ci se charge du transport et doit avoir aussi un bénéfice sur la vente.

On affine à Lecco des fontes de deux espèces : 1° Celles des vallées bergamasques, blanches, lamelleuses, d'excellente qualité ; 2° celles de Brescia, blanches, grenues, inférieures aux précédentes. Elles coûtent rendues à l'usine :

Fontes de Bergame. .	24 fr.	les 100 kil.
Fontes de Buscia. . .	22 fr.	

Il faut remarquer que pour les dernières le transport est presque double, de sorte qu'en réalité la différence de prix due à celle de la qualité de la fonte est beaucoup plus grande qu'elle ne le paraît d'après les chiffres précédents. On traite aussi de vieilles fontes provenant d'objets hors d'usage, canons de marine, débris de machines, déchets de moulage, etc. Leur prix, toujours inférieur à celui des fontes de forge, est très-variable. Ce traitement est du reste peu important.

L'opération de l'affinage comprend trois périodes bien distinctes :

1° *Fusion lente de la fonte sous le vent de la tuyère;* c'est un véritable mazéage, qui seulement est poussé beaucoup plus loin que le mazéage ordinaire, et donne lieu par conséquent à un produit plus décarburé, plus voisin du fer que le fine-métal. La manière dont on termine cette opération est d'ailleurs toute différente de ce qui se passe dans le mazéage niverais.

2° *Formation des cotizzi*, gâteaux de fonte à demi affinée agglomérée avec des fragments de charbon et des scories.

3° *Affinage* définitif, cinglage et étirage.

1). La première opération se fait sur 250 kilogrammes de fonte, moitié de Bergame, moitié de Brescia. L'opération précédente étant terminée, on remet de l'argile à la tuyère, s'il en manque, on vide et on nettoie le foyer dans lequel on tasse du poussier de charbon mouillé jusqu'à la hauteur de la tuyère; on achève ensuite de le remplir avec du gros charbon, et on donne le vent. Les 250 kilogrammes de fonte sont chargés en une seule fois, sur le charbon et le plus près possible de la tuyère. La fonte de forge est en frag-

ments qui, moyennement, ont 3 à 4 décimètres carrés de surface, et 5 à 6 centimètres d'épaisseur. Quand on opère sur de vieilles fontes en grosses pièces, des canons par exemple, on les place sur le foyer comme les grandes gueuses. On ne donne pendant toute cette période que la moitié du vent afin que la fusion de la fonte ait lieu lentement. Le travail de l'ouvrier consiste, chaque fois qu'il jette du charbon sur le feu, à soulever avec son ringard ce qui reste de fonte non fondue, afin de la maintenir à la hauteur de la tuyère et l'empêcher de tomber encore solide dans le bain liquide qui occupe le fond du creuset. On n'ajoute pendant cette période ni scories ni quartz.

Au bout de deux heures et demie la fusion des 250 kilogrammes de fonte est terminée, on procède alors au vidage. Le maestro et le lavorante se réunissent pour cette opération; l'un d'eux jette de l'eau sur le feu, tandis que l'autre s'occupe à vider rapidement le foyer avec la pelle ordinaire. Il découvre ainsi le bain liquide, sur lequel il jette aussi de l'eau pour coaguler les scories qui le surnagent et dont il enlève à la pelle la plus grande partie. Le bain de fonte est alors découvert; un des ouvriers y jette des *pailles de fer* dont on a préparé d'avance 50 kilogrammes. L'autre les mêle à la fonte en brassant avec une barre de bois. (Ces pailles sont des battitures et des déchets des usines où se font les élaborations postérieures du fer; clouteries, martinets, forges de maréchal, etc.) On voit alors la fonte, de liquide qu'elle était, devenir en un instant pâteuse, et se réunir en grumeaux, dès qu'elle a été mélangée de pailles. On l'extrait du fourneau avec la grosse pelle, et on la jette sur la plate-forme où on la

refroidit en l'arrosant d'eau. On jette ainsi en trois ou quatre fois dans le foyer, les 50 kilogrammes de pailles qui s'incorporent à la fonte et la coagulent presque entièrement. Il est très-important que ce travail soit fait très-rapidement; sans quoi le foyer se refroidissant en peu d'instants par l'injection de l'eau, la solidification de la fonte en masse s'opposerait à l'extraction. Ce fait se présente du reste quelquefois; il arrive alors qu'une partie de la fonte se prend au fond du creuset. On est forcé, dans ce cas, de casser cette croûte au marteau, opération d'autant plus pénible qu'il reste encore dans le foyer assez de chaleur pour incommoder fortement les ouvriers, et que la fonte décarburée a déjà pris une sorte de malléabilité qui la rend très-difficile à entamer.

Les produits qu'on obtient dans cette première période sont donc : 1° les scories qu'on a enlevées du creuset avant de toucher à la fonte; elles ne reparaissent plus dans le travail de l'affinage, et sont vendues pour les hauts-fourneaux; 2° la fonte demi-affinée, mélangée d'une certaine quantité de scories qu'on n'a pas cherché à enlever, de fragments de charbon, de pailles de fer. Ce mélange forme une sorte de brèche peu solide dont les fragments sont à peine agglomérés.

2). On nettoie le foyer, et on le remplit de nouveau de poussier de charbon fortement tassé, de manière à ne laisser de vide que devant la tuyère. Dans ce vide, on charge à la pelle la sixième partie du mélange de fonte à demi affinée et de scories donné par la première opération. Par-dessus, on jette une pelletée de charbon rouge, et on recouvre de poussier de charbon. On donne ensuite le vent, mais très-faiblement, et

ou le force à se répandre dans toute la masse métallique, en le rabattant au moyen d'un crochet de fer qu'on introduit dans la tuyère au devant de la buse. La consommation en charbon est à peu près nulle pendant cette période. Le vent, qui est toujours lancé en très-faible quantité, frappe directement la fonte, de sorte que le charbon qui est au-dessous ne se consume que très-peu. Le travail de l'ouvrier n'est presque rien, il consiste à tasser à coups de pelle les fragments de fonte, de manière à les agglomérer, à renouveler la couche de poussier qui les recouvre, et à la mouiller, afin que le vent soit contraint à circuler dans la masse métallique le plus longtemps possible, à maintenir cette masse au niveau de la tuyère. La température s'élève tout juste assez pour que les scories mêlées à la fonte deviennent pâteuses, et pour que la fonte elle-même se ramollisse, de sorte que les matières incohérentes, à leur entrée dans le foyer, finissent par s'agglutiner et former un gâteau, nommé par les ouvriers *cotizzo*, auquel la cavité extérieure produite par le vent de la tuyère donne la forme d'un bonnet. Quand l'ouvrier juge que le cotizzo peut s'enlever tout d'une pièce, ce qui arrive ordinairement au bout de trois quarts d'heure, il arrête le vent, découvre le feu, et enlève le cotizzo qu'il place sur la plate-forte auprès du foyer.

Il rétablit ensuite la brasque dans le même état qu'auparavant, et forme un second cotizzo avec la même quantité de mélange de fonte, pailles et scories. Il continue de la même manière pour les quatre autres. Il faut ainsi quatre heures et demie environ pour faire les six cotizzi. Cette partie du travail, la moins laborieuse de toutes, est souvent

abandonnée au braschino, tandis que l'ouvrier s'occupe à mettre l'ordre dans l'atelier, à transporter le fer produit par l'opération précédente au magasin, à enlever les scories, préparer la fonte, etc.

3). La dernière opération, qu'on répète pour chaque cotizzo, c'est-à-dire six fois, ne diffère pas de l'affinage ordinaire; seulement elle est rendue très-facile par l'état avancé de décarburation où les manipulations précédentes ont amené la fonte. L'ouvrier commence par préparer le foyer comme dans la période précédente, avec de la brasque de charbon. Par-dessus il met du gros charbon noir avec un peu de charbon rouge, puis le cotizzo du côté de la tuyère. Il donne le vent faiblement d'abord, et l'augmente peu à peu, de manière à lui donner toute sa force au bout d'un quart d'heure. Il jette de temps en temps sur le feu, du côté de la tuyère, des scories riches et des battitures provenant d'un affinage *précédent*; il ajoute sans cesse du charbon, et à chaque addition il soulève le cotizzo avec son ringard, pour qu'il soit toujours exposé en plein au vent de la tuyère. Le fer prend nature peu à peu, se détache du cotizzo par grumeaux qui tombent avec la scorie dans la brasque, se réunissent, et forment la loupe. Quand l'avalage est terminé, la loupe est prête à être portée au marteau. Il s'est écoulé une heure depuis le commencement de l'opération.

L'affineur découvre alors rapidement le feu, saisit la loupe avec une forte pince, la fait basculer au moyen d'une chaîne suspendue au plafond et la place sur le bord de la plate-forme. Le braschino la râcle avec la pelle de manière à la débarrasser autant que posible des scories qui y

adhèrent; l'affineur la reprend et la fait arriver par une impulsion sous la panne du marteau et la cingle. Pendant le cinglage, le braschino jette continuellement sur elle des pelletées de paille de fer et de sable. Dans ce premier martelage, on donne à la loupe la forme d'un gros parallélipipède à base carrée. On le réchauffe, après avoir retiré du foyer les scories qui y étaient restées, et on le reporte sous le marteau où il est partagé en deux lopins aux deux tiers de sa longueur. Le gros lopin, n. 1, est remis au feu et réchauffé par le braschino, tandis que l'ouvrier fait une queue au n. 2. Il reprend ensuite le n. 1 qu'il allonge et auquel il fait une queue. Il revient au n. 2 qu'il termine. Il forge enfin le n. 1 qu'il partage en deux parties, dont l'une terminée immédiatement, et l'autre après réchauffage.

On fabrique ainsi à chaque affinage trois barres pesant chacune environ 12 à 13 kilog. Le forgeage dure une heure.

Quand il est terminé, on rétablit le feu et le maestro y installe un nouveau cotizzo, tandis que le *braschino* fait le triage des scories; il rejette les pauvres et met à part sur la plate-forme les riches qui, avec les battitures, sont immédiatement rechargées dans le foyer pour l'affinage du second cotizzo. On recommence ainsi six fois la même série d'opérations.

Il faut donc 18 heures pour l'affinage et le forgeage de 250 kil. de fonte, savoir :

Pour le mazéage. .	2 h. 1/2	
Pour la confection des cotizzi. . . .	4 h. 1/2	en 6 opérations partielles de 3/4 d'heure chacune.
Pour l'affinage. . . 12 h. en 6 opérations exigeant chacune		1 h. pour l'affinage. 1 h. pour l'étirage.

Le travail commence le lundi à 4 heures du matin et se termine le samedi à midi. On fait dans cet intervalle sept opérations telles que celle que je viens de décrire.

Le maestro reçoit, pour chaque opération qui donne 238 à 240 kil. de fer fini 4 fr. 50 c., ce qui revient à 1 fr. 87 c. par 100 kilogrammes.

La consommation en charbon est de 640 kil. pour une opération complète, donnant 240 kil. de fer, ce qui revient à 266 kil. de charbon pour 100 kil. de fer fini.

Le déchet paraît, au premier abord, étonnamment faible, car de 250 kil. de fonte on retire 238 à 240 kil. de fer en barres, ce qui donne au plus 4 ½ p. 0/0 de perte, c'est-à-dire moins que beaucoup de fontes de forge produites, comme celles-ci, par des minerais spathiques, ne contiennent de matières étrangères au fer. Mais on s'explique bien aisément la faiblesse apparente de ce chiffre, si on a égard aux 50 kil. de pailles de fer, chargés dans le cours du travail, et qui ont ajouté une quantité assez considérable de fer à celle contenue dans la fonte. Il paraît alors naturel, pour estimer la perte, de tenir compte de toute cette quantité additionnelle et de l'ajouter simplement à celle de la fonte soumise à l'affinage. Ainsi, en admettant que les 100 kil. de pailles contiennent 70 kil. de fer, évaluation évidemment trop faible encore, puisque la teneur des battitures ordinaires est d'au moins 70 à 75 p. 0/0, nous aurions à ajouter 35 kil. au poids de la fonte passée dans une opération; on trouverait ainsi que 285 kil. de fonte produiraient 240 au plus de gros fer, ce qui élèverait la perte à 18 ou 19 p. 0/0, et

la rendrait comparable à ce qui a lieu moyennement dans les autres méthodes d'affinage.

Mais il est facile de voir que ce mode d'évaluation n'est pas plus exact que le premier, surtout quand on veut se servir du chiffre auquel il conduit, pour établir une comparaison entre la méthode bergamasque et les autres méthodes d'affinage. Dans celles-ci, en effet, la perte porte uniquement sur les fontes, puisque l'ouvrier n'introduit dans le foyer aucune autre substance ferrifère dans le cours de l'opération. Il est dès lors évident qu'on ne peut estimer la perte qu'en comparant la quantité de fer qu'on met dans le foyers sous forme de fonte, à celle qui en est retirée à l'état de pureté. Mais, dans la méthode bergamasque, les pailles ne doivent pas être considérées comme des matières riches en fer qu'on charge dans le foyer, comme la fonte, dans le but unique d'extraire le fer qu'elles contiennent. Elles figurent — ainsi que j'essayerai de le prouver — parmi les agents principaux de la décarburation, et ce n'est pour ainsi dire qu'accessoirement qu'on profite d'une portion du fer qu'elles contiennent, et qu'on l'incorpore à celui produit par la fonte, objet principal de l'opération. Aussi le maître de forge, en achetant les pailles, ne juge pas à beaucoup près la valeur du fer qu'il acquiert, mais seulement le prix de la portion qu'il extraira ensuite dans son usine, aux mêmes conditions que celui de la fonte. Il en résulte que le prix de 100 kil. de fer de pailles est très-inférieur à celui de 100 kil. de fer de la fonte. On jugera de cette différence par les chiffres suivants : 100 kil. de pailles coûtent à Lecco 4 fr. En admettant une teneur de 70 p. 0/0, nous aurons 5 fr. 10 c. pour

le prix de 100 kil. du fer qui y est renfermé.

100 kil. de fonte coûtent, comme je l'ai dit, 24 fr.; on paye donc 25 ou 26 fr. le quintal de fer qui en provient.

On ne peut donc assimiler le fer contenu dans une de ces matières premières à celui contenu dans l'autre, ni sous le rapport technique dans l'exposition du procédé ni sous le rapport économique dans la discussion des pertes plus ou moins grandes éprouvées dans l'opération. Le seul mode d'évaluation qui permette de juger la méthode, soit d'une manière absolue, soit comparativement aux autres, consiste à estimer d'une manière fictive la quantité de fer contenue dans les pailles, d'après la valeur qui leur est attribuée dans les achats, ou en d'autres termes à remplacer cette quantité par ce qu'on aurait de fonte pour le même prix : ainsi, 100 kil. de pailles coûtant 4 f., et 100 de fonte 22 au moins, 50 kil. de pailles équivaudront à 9 kil. de fontes. Il faut donc *supposer que* 259 kil. de fonte en tout ont été soumis à l'affinage et ont donné au moins 238 kil. de fer, ce qui donne pour le déchet 8 p. o/o au plus.

Nous aurons pour le prix de revient de 100 kil. :

		fr.
Fonte.	105 kil.	24,15
Charbon.	266 kil.	19,12
Pailles.	21 kil.	0,84
Main-d'œuvre. . .		1,87
		45,98

C'est un prix très-élevé, surtout si on remarque qu'il faut y ajouter encore les frais généraux (intérêt du capital et du fonds de roulement, réparation, etc.). Le maximum de production d'un des feux de Lecco est 60,000 kil. de fer par an.

Le fer produit par l'affinage des fontes blanches de la contrée à Lecco est toujours un peu aciéreux. De plus, la partie mécanique de l'opération est extrêmement défectueuse. Le marteau n'est pas assez lourd pour exprimer bien complétement les scories qui l'accompagnent ; d'ailleurs l'ouvrier ne prend aucune peine pour parer convenablement le fer, il en altère même volontairement les qualités, en saupoudrant continuellement de sable et de paille de fer, les massiaux pendant le cinglage, et incorporant ainsi dans le fer des particules de substances étrangères. Il en résulte que ce fer, de bonne qualité du reste, n'est pas homogène, et quand on l'emploi aux tréfileries, il donne des déchets considérables. D'autre part, on peut se procurer à très-bon compte et en grande quantité dans le pays de vieilles ferrailles qu'il est inutile de soumettre à la longue série des opérations de l'affinage bergamasque, pour reproduire des fers marchands. On s'est décidé à les affiner à part et à se servir exclusivement dans les tréfileries du fer qu'elles produisent.

Cette opération ne présente aucune circonstance remarquable; on la fait dans un bas foyer, semblable à tous ceux de la contrée, construit seulement sur des dimensions un peu moindres. Deux ouvriers et un manœuvre font le service d'un feu. Ils le garnissent de brasque à la manière ordinaire, et chargent à la fois 50 kil. de ferraille, à laquelle ils ajoutent quelquesscories riches d'une opération précédente. Le fer se ramollit sous le vent de la tuyère, et l'ouvrier veille seulement à ce qu'il ne tombe pas trop rapidement au fond du foyer. Au bout d'une heure la loupe est formée. On en forme quatre barres en suivant la série ordinaire des mar-

telages et des réchauffages. L'étirage dure une heure ; on recommence ensuite une nouvelle opération.

Le déchet est de 25 p. 0/0 ; on consomme 66 kilogrammes de charbon, ce qui revient à 173 kilogrammes de charbon pour 100 kilogrammes de fer produit.

La ferraille coûte 27 fr. 57 c. les 100 kilogrammes. On paye au maestro 2 fr. par quintal de fer produit.

Après avoir exposé ainsi d'une manière détaillée, toutes les opérations auxquelles donne lieu l'affinage de la fonte à Lecco, je pourrai décrire en peu de mots les deux autres nuances du procédé bergamasque. Les manipulations y sont les mêmes, et sont exécutées de la même manière. Ainsi on y retrouve le mazéage, la formation du cotizzo, l'affinage, tels qu'ils viennent d'être décrits. J'aurai seulement à faire ressortir quelques différences qui paraissent être en relation avec la nature du fer à produire, déterminée elle-même par les usages auxquels il est destiné.

Méthode de la Val Brembana. C'est de tous les procédés bergamasques, celui qui donne le meilleur fer. La consommation en combustible est moindre aussi que dans les autres méthodes, mais le déchet est plus considérable. Les chiffres que je vais donner se rapportent à l'usine de Dongo où l'étude de ce procédé présentait plus d'intérêt que partout ailleurs, vu qu'on y avait monté depuis un an environ un feu comtois, qui s'alimentait avec les mêmes fontes et les mêmes combustibles que le feu bergamasque. Nous avons ainsi le moyen le plus sûr de comparer les deux méthodes.

Je dois faire remarquer d'avance, qu'à certains égards le feu d'affinerie de Dongo n'est pas placé dans les conditions moyennes des autres usines qui marchent par le même procédé. Ainsi on n'y affine pas seulement les fontes blanches ordinaires, mais aussi les fontes grises fournies par le haut-fourneau attenant à la forge. On a introduit depuis quelque temps l'usage de l'air chaud dans l'affinage, tandis que les autres feux de la val Brembana marchent tous à l'air froid. Enfin, la quantité de fonte passée dans une opération est plus considérable ici que partout ailleurs. Mais les deux premières conditions conduisant à des résultats tout opposés, se compensent à très-peu près. Car, si d'un côté, la nature des fontes donne lieu à une consommation en combustible plus considérable, de l'autre, l'application de l'air chaud a diminué ici comme partout ailleurs cette consommation, mais en donnant un déchet plus grand. La quantité de fonte passée en une fois peut influer sur le prix de revient, mais ne change rien à la partie technique du procédé. Du reste, après avoir parlé du feu de Dongo, je donnerai les chiffres du coulement à l'air froid dans les autres usines.

Le foyer est construit comme celui de Lecco, seulement sur des dimensions un peu plus grandes. Il y en a deux sous le même manteau de cheminée, aux deux extrémités de la plate-forme, adossés aux murs latéraux qui sont traversés par les tuyères.

En temps ordinaire, quand il n'est pas nécessaire de forcer la production, un seul est actif. On se sert alors de l'autre pour y faire les cotizzi, tandis que le premier fait sans s'arrêter les deux premières opérations.

Ce qu'il y a de plus défectueux dans la méthode bergamasque, c'est la nécessité où est plusieurs fois l'ouvrier pendant l'opération de réfroidir à peu près complétement le fourneau, afin de reconstuire son feu de brasque. Cet inconvénient se fait surtout sentir quand on passe de la première période à la seconde. On réfroidit d'abord brusquement le fourneau par l'injection de l'eau, afin d'en retirer la fonte mazée; on le maintient ensuite à une très-basse température pendant tout l'intervalle employé à former le cotizzo. La chaleur absorbée par les parois pendant le feu actif du mazéage, et que l'eau jetée dans le foyer n'a pu faire perdre qu'à l'extérieur, a tout le temps alors de se dissiper lentement. Mais si, au lieu de maintenir le foyer pendant plusieurs heures à une faible température, on redonne immédiatement le vent avec toute sa force, la perte de chaleur éprouvée par les parois, et par suite, la consommation en combustible, seront beaucoup diminuées. C'est à quoi l'on arrive en préparant le cotizzo dans un foyer séparé où la température ne s'élevant jamais beaucoup, les pertes par rayonnement sont insignifiantes. Cette pratique a l'avantage, en outre, de diminuer la main-d'œuvre; car le braschino peut très-bien conduire le second feu dans les moments où il n'aide pas l'ouvrier. On gagne ainsi tout le temps employé à la seconde période, là où il n'y a qu'un foyer unique.

Dans les feux d'affinerie de la méthode Brembana, la plaque de laiterol est percée, à 7 ou 8 centimètres au-dessous du niveau de la tuyère, d'une ouverture destinée à couler les scories, quand l'ouvrier le juge convenable.

Le marteau de Dongo pèse 300 kilogrammes.

Aussi les défauts des fers de Lecco ne se font sentir dans ceux de Dongo qu'à un bien moindre degré.

Ce que j'ai dit des matières premières en décrivant la méthode de la val Sassina s'applique à celle dont il s'agit maintenant. Le prix des charbons seulement est moindre; car les usines sont plus rapprochées des forêts. A Dongo les prix étaient en 1841 :

	fr.	
Châtaignier.	6,40	les 100 kil.
Hêtre et essences dures mélangées d'un peu de sapin et de bouleau.	6,80	
Hêtre seul.	7,10	

Les charbons durs sont réservés pour le haut-fourneau; à la forge, on ne se sert que de châtaignier. Il faut remarquer que ces prix sont des prix de revient, car les forêts qui fournissent le charbon à Dongo sont des dépendances de l'usine.

Le prix des fontes de forge est le même qu'à Lecco.

Parcourons maintenant brièvement les diverses périodes de l'affinage.

1) *Mazéage*. On opère sur 500 kilogrammes de fonte qu'on fond dans le foyer disposé comme celui de Lecco et avec les mêmes précautions. Il faut pour cette période 4 heures à 4 heures et demie. On procède alors au vidage du foyer comme je l'ai déjà indiqué, seulement on ajoute beaucoup moins de pailles de fer; 20 kilogrammes seulement sur 500 de fonte; à Lecco, c'était 50 sur 250.

2) *Cotizzi*. Cette opération marche de front

avec la suivante : c'est ordinairement le braschino qui en est chargé ; des 500 kilogrammes il forme 8 cotizzi. Il faut une demi-heure où trois quarts d'heure pour chacun.

3). *Affinage.* Dès que la fonte est extraite du foyer principal, l'ouvrier construit le feu et procède à l'affinage du dernier cotizzo de l'opération précédente, qu'il a mis à part la veille. De même qu'à Lecco, c'est une simple fusion conduite très-lentement, et tout le temps sous l'action immédiate du vent. On ajoute des battitures et des scories riches, en quantité plus grande que dans la méthode précédente.

La loupe est formée par attachement. C'est une circonstance très-importante à noter, car on doit lui attribuer la supériorité des fers produits par ce procédé, et le chiffre comparativement élevé du déchet. Les différences caractéristiques de cette méthode sont donc expliquées par ce seul fait.

L'opération de l'attachement est du reste très-simple. Un quart d'heure ou dix minutes avant que la fusion du cotizzo soit terminée, l'ouvrier enfonce une barre de fer dans le feu à 10 ou 15 centimètres au-dessous de la tuyère. Les rudiments de loupe épars dans le foyer se réunissent en se soudant à cette barre. L'ouvrier l'agite de temps en temps et la promène dans toutes les parties du creuset pour y attacher les fragments de fer spongieux, qui se forment rapidement à cette époque de l'opération, et qui nagent dans les scories. Celles-ci peuvent être trop abondantes pour le succès de cette manipulation ; l'ouvrier les fait écouler dans ce cas par l'ouverture ménagée dans le laiterol ; mais cette circonstance ne se pré-

sente pas dans tous les affinages. Enfin, quelques minutes après que la fusion est terminée, la loupe est formée et prête à être martelée. On la retire alors absolument de la même manière qu'à Lecco. Les scories qui s'écoulent par le laiterol ne sont jamais repassées dans le travail de l'affinage. On recharge seulement dans les opérations suivantes, celles qui sont adhérentes à la loupe au sortir du foyer, et celles qui se sont infiltrées dans la brasque.

L'étirage dure environ une heure et demie. On ne commence l'affinage d'un nouveau cotizzo, que quand il est terminé. On fabriquait à Dongo, à l'époque où nous avons visité l'usine, des fers méplats pour la fabrication des canons de fusil. Chaque loupe donnait 6 ou 7 barres. L'étirage était très-bien fait.

L'affinage complet des 500 kilogrammes de fonte dure 24 heures, savoir :

Mazéage. . . .	4 h.	
Affinage. . . . en 8 opérations de 2 h. 1/2	20 h.	Affinage proprement dit. . . . . 1 h. Etirage. . . . . 1 h. 1/2

L'étirage serait moins long s'il s'agissait de faire seulement du gros fer marchand carré.

On obtient ainsi de 500 kilogrammes de fonte 420 kilogrammes de fer, ou de 100 de fonte, 84 de fer. La quantité de fonte nécessaire pour produire 100 kilogrammes de fer est donc de 120 kilogrammes. Le déchet est d'après cela de 20 p. o/o. Je ne tiens pas compte des 20 kilogrammes de pailles ajoutées, qui, d'après les observations que j'ai présentées précédemment, n'influeraient presque en rien sur ce chiffre.

On consomme dans l'opération complète 800 kilogrammes de charbon. C'est 190 kilogrammes pour 100 kilogrammes de fer produit.

On paye aux ouvriers 1 fr. 80 c. par quintal de fer fini.

Nous aurons donc pour le prix de revient de 100 kilogrammes de fer, en faisant abstraction des frais généraux.

		fr.
Fonte. . .	120 kil. à 23 fr.	27,60
Pailles. . .	5 kil. à 4 fr. les 100 kil.	0,20
Charbon .	190 kil. à 6 fr. 40 c. . . .	12,16
Main-d'œuvre.		1,80
	Total.	41,76

Ce prix de revient est beaucoup plus bas que celui de Lecco. Mais nous devons remarquer qu'il s'applique seulement au feu de Dongo qui, à raison de l'emploi de l'air chaud, marche avec une très-grande économie de charbon. De plus, comme je l'ai déjà dit, les forêts qui l'alimentent appartenant à l'usine, le prix du charbon est un prix de revient très-inférieur à celui d'achat que payent les autres usines, surtout celles de Lecco pour lesquelles le transport est assez long.

Pour les usines marchant à l'air froid où on traite des fontes de forge par la méthode de la val Brembana, les chiffres du roulement sont en moyenne les suivants :

100 kil. de fer.	Fonte.	117
	Charbon.	220
	Main-d'œuvre. .	0j,90 (On ne traite guère que 300 kil. de fonte à la fois.)

Méthode de Sovere. On cherche à produire par

cette méthode des fers plus doux que ceux de la val Sassina et de la val Brembana. Tandis que ces derniers sont pour la plupart destinés à passer dans des usines où on les soumet à des élaborations secondaires, ceux de Sovere sont amenés dans l'étirage à peu près à l'état sous lequel ils doivent être livrés au consommateur, savoir : fers de roue, essieux de voiture, fers méplats pour les forges de maréchal. Il est donc important que ces fers soient très-doux et puissent avec facilité se souder sur eux-mêmes. On cherche à leur donner ces qualités en augmentant le bain de scories qui doit décaper la loupe et permettre à la masse ferreuse de se souder parfaitement. Je ne décrirai pas chacune des périodes de l'opération, qui sont les mêmes que celles de la méthode Brembana. Les consommations et la quantité de fer produite en une opération sont les seuls éléments qui varient. On ne travaille à Sovere aux feux d'affinerie que de 4 heures du matin à 8 heures du soir. Les ouvriers prétendent que le travail continu altère la qualité des fers. On affine dans cet intervalle de 16 heures 330 à 340 kil. de fonte.

Le mazéage dure 3 heures. De la fonte mazée on forme deux ou trois cotizzi qu'on partage ensuite en six ou sept portions égales qui sont affinées séparément à la manière ordinaire. C'est dans l'opération de l'affinage qu'on charge les scories riches des opérations précédentes en grande quantité. On ajoute même parfois du quarz quand on ne peut pas disposer d'une quantité suffisante de scories riches. On fait toujours la coulée au moment où on va extraire la loupe du foyer. Celle-ci est formée comme à Lecco par avalage et non par attachement comme dans la méthode de Brembana.

L'étirage est fait avec beaucoup de soin. Il donne dans les usines de Sovere, comme produit définitif, des cercles de roue parfaitement parés.

330 kil. de fonte donnent 284 kil. de fer fini, c'est 15 p. o/o de déchet. Ce chiffre est très-faible si on a égard à l'état où est amené le fer.

On consomme pour produire 284 kil. de fer 800 kil. de charbon, ce qui revient à 280 p. o/o.

Le salaire des ouvriers est comme à Dongo 1 fr. 80 c. pour 100 kil.

C'est ordinairement à l'usine que les *ouvriers* arrondissent en cercles les fers méplats destinés au charronnage. Ils font cette opération avec une merveilleuse adresse. On leur indique d'avance le diamètre exact des roues. Ils commencent par pratiquer dans les barres les ouvertures où doivent passer les clous qui assujettiront le fer au bois. Ils réchauffent ensuite ces barres à une température qui n'atteint pas le rouge sombre, puis ils les courbent en cercles. Cette opération est faite à la main, par deux ouvriers, sur une pierre plate horizontale. Un d'eux tient la barre inclinée sur l'enclume, l'autre la pousse peu à peu devant lui. Ils la frappent tous deux alternativement avec un marteau. Ils y reviennent à deux fois, mais sans prendre aucune mesure. Les deux extrémités du cercle sont ensuite réchauffées au blanc et soudées l'une sur l'autre. Les cercles ainsi fabriqués ont à 2 ou 3 millimètres près le diamètre demandé. En 10 minutes on confectionne un cercle de 1^{m} à $1^{m},50$ de diamètre. Je n'ai pas besoin de dire que ce sont des ouvriers spéciaux qui sont chargés de ce travail, et que leur salaire est plus élevé que celui des forgerons ordinaires. Ils reçoivent 20 centimes

pour 100 kil. de fer courbé en cercles. L'opération est tellement bruyante, que tous les individus voués à ce genre de travail sont au bout de peu de temps affligés de la surdité la plus complète.

Les ouvriers en cercles de Sovere vont toutes les années exercer leur industrie dans les contrées voisines. On en rencontre surtout beaucoup en Suisse.

IV.

On est généralement d'accord maintenant pour ne plus attribuer exclusivement la décarburation de la fonte à l'oxydation produite par le vent de la tuyère, et pour admettre que les scories riches qui baignent la masse ferreuse pendant tout l'affinage ont la plus grande part à cette action. On arrive aisément à démontrer qu'il en est ainsi dans le foyer comtois, en faisant voir que le courant d'air ne peut agir comme oxydant sur la fonte que pendant le soulèvement, et que d'ailleurs un bain abondant de scories est une condition indispensable pour le succès de l'opération. Mais dans le feu bergamasque l'inverse paraît avoir lieu. Les scories sont en général peu abondantes, et souvent même l'ouvrier semble s'attacher à en arrêter la production. Il cherche, au contraire, dans toutes les périodes à favoriser l'action oxydante du vent lancé dans le foyer.

Dans la première opération — le mazéage — la fonte est chargée du côté de la tuyère, de telle sorte que les gouttes qui s'en détachent traversent le courant d'air en des points où il est encore fortement oxydant. De plus la brusque tassée dans le creuset qui ne se consume que lentement, tient

pendant longtemps exposées au vent les portions qui se sont détachées de la masse primitive. Il paraît donc évident que le premier effet produit est une oxydation qui porte à la fois sur le carbone, sur le fer, et surtout sur le manganèse. En même temps la silice provenant de la fonte, des parois du creuset et des cendres, s'empare des oxydes métalliques, pour former les scories qui sont d'autant plus riches et plus abondantes que l'action oxydante a été poussée plus loin. Ces scories riches au contact de la fonte donnent lieu à de doubles décompositions, en vertu desquelles elles cèdent à la fonte une partie de leur fer en oxydant une partie proportionnelle du carbone combiné. Au moment du vidage, l'ouvrier enlève d'abord les scories appauvries qui, à raison de leur moindre pesanteur spécifique, sont venues occuper les couches supérieures du bain, et les rejette. Il laisse celles immédiatement en contact avec la fonte, qui doivent plus tard prendre part à la *décarburation*, et s'appauvrir au profit de la loupe. Il jette sur le bain des pailles de fer et il brasse. Ces pailles, qui sont de véritables battitures, agissent comme décarburant sur la fonte et avec d'autant plus d'énergie qu'elles sont plus divisées. C'est effectivement là le moment où le fer commence à prendre nature; le bain, qui était fluide et brillant, se ternit dès qu'il reçoit les pailles, et par le brassage, le métal se réunit en grumeaux avec les scories solidifiées par l'injection de l'eau.

Ainsi le mazéage produit deux effets bien distincts :

1° Oxydation d'une partie notable du carbone combiné et transformation de la fonte compacte peu altérable par les agents de la décarburation,

en une matière poreuse intimement mélangée aux scories riches et aux battitures qui plus tard l'amèneront definitivement à l'état de fer.

2° Expulsion de la totalité du manganèse dont la présence en grande quantité dans le foyer serait un véritable inconvénient dans l'affinage proprement dit. Car, pour que les scories puissent agir sur les dernières parties de carbone, il importe qu'elles soient riches en oxyde de fer. L'oxyde de manganèse, tout à fait inerte dans les doubles décompositions à produire, n'est utile que comme fondant. Tout ce que les scories en contiendraient en plus que la quantité nécessaire pour les maintenir constamment fluides serait nuisible, puisqu'il diminuerait l'énergie de leur action oxydante. Or, par le mazéage, on se débarrasse de cette proportion surabondante qui passe dans les scories à rejeter. La composition de celles-ci met ce fait en évidence. Un échantillon pris à Lecco contenait :

Silice.	0,282	
Protoxyde de fer.	0,381	Fonte à l'essai. 0,293
Protoxyde de manganèse. .	0,257	Scorie vitreuse, translucide.
Chaux.	0,060	
Magnésie.	0,020	
	1,000	

(La présence de la chaux et de la magnésie en aussi grande quantité ne peut être attribuée qu'aux laitiers, dont les fontes caverneuses, qui entrent pour moitié dans le mélange, sont toujours imprégnées.)

On voit combien cette scorie est riche en manganèse. Elle serait certainement d'un très-mauvais emploi comme scorie d'affinage.

Ces résultats, qui établissent une différence essentielle entre le mazéage bergamasque et les opérations du même genre usitées dans d'autres méthodes d'affinage, ont été depuis longtemps constatés par M. Berthier (Traité des essais par voie sèche). Je transcris ici les analyses qu'il a faites des scories, obtenues dans les deux phases principales de l'affinage, à la forge bergamasque d'Allevard :

	Scorie de mazéage.	Scorie d'affinage.	
Silice.	0,230	0,190	0,080
Protoxyde de fer.	0,450	0,551	0,800
Protoxyde de manganèse.	0,290	0,105	0,035
Chaux.	0,020	0,170	0,070
Magnésie.	0,010	0,010	0,005
Alumine.	0,010	0,010	0,005

La composition de la première est à peu près la même que celle de la scorie de Lecco. Dans les deux dernières, la proportion de manganèse est considérablement réduite. M. Berthier ajoute que la fonte mazée n'en contient presque plus. J'ai vérifié ce fait dans un fragment de cotizzo pris à Lecco.

L'opération suivante, celle de la formation du cotizzo paraît être surtout mécanique. Elle a pour but de réunir le métal demi-affiné en une masse dont la porosité rende plus efficace l'action du vent pendant l'affinage proprement dit, et dont l'état d'agglutination s'oppose à ce que la chute au fond du creuset soit trop prompte, ce qui arriverait nécessairement si on chargeait dans le foyer les matières incohérentes, telles qu'elles sont données par la première opération. Il y a aussi oxydation, mais elle ne peut pas être poussée bien loin, à

cause de la faible température du foyer pendant toute cette période.

Enfin dans l'affinage l'action du vent n'est pas douteuse. Le cotizzo est exposé en plein au courant, absolument comme le sont les fragments de loupe dans le feu comtois, lors du soulèvement, et on cherche à prolonger le plus possible cette période oxydante, en conduisant lentement la fusion. La fonte qui compose la plus grande partie du cotizzo, est déjà à un état de décarburation très-avancé, de sorte qu'elle n'est plus susceptible d'arriver à une fluidité complète. Elle n'éprouve qu'une demi-fusion, circonstance éminemment favorable au succès de l'opération; car les fragments qui se détachent du cotizzo, restent le plus longtemps et le plus près possible exposés au vent de la tuyère. Le carbone combiné disparaît presque totalement par oxydation, mais aussi une quantité notable du fer doit s'oxyder. En même temps les scories provenant du cotizzo et celles chargées au-dessus de la tuyère fondent et tombent dans le creuset. Elles y dissolvent l'enduit d'oxyde de fer dont le courant a recouvert les gouttes de fonte pendant leur trajet, terminent leur décarburation et les rendent aptes à se souder pour former la loupe. Comme d'autre part ces scories riches sont en contact avec le charbon, l'excès de base qu'elles contiennent se réduit et cède son fer à la loupe. Elles servent ainsi de véhicule à l'oxyde de fer, l'enlevant à la fonte et l'offrant à l'action réductrice du charbon, et comme elles deviennent plus fluides à mesure que leur richesse diminue, elles pénètrent dans les interstices de la loupe, la décapent et permettent à ses diverses parties de se souder avec facilité les unes

aux autres. La présence du manganèse est, sous ce rapport, de la plus grande utilité. Des scories uniquement composées de silicate de fer, se réduiraient en peu d'instants au contact de la brasque à tel point qu'elles perdraient de leur fluidité et n'agiraient plus qu'incomplétement sur la loupe. L'oxyde de manganèse, irréductible par cémentation dans les circonstances de l'affinage, permet d'appauvrir ces scories sans que pour cela elles cessent d'être assez fluides pour baigner toutes les surfaces de la loupe.

Dans le procédé de Lecco, où le bain de scories est peu abondant, cette action décapante n'est pas assez complète, aussi arrive-t-il que la loupe se soude mal, et que le fer n'est pas parfaitement homogène. Dans la méthode Brembana, au contraire, où on réunit le fer spongieux par attachement, les scories ont épuisé leur action et le fer se soude avec facilité ; mais il est important que le bain ne soit pas trop abondant, car alors la réunion des fragments de fer deviendrait pénible, incertaine, et le déchet serait encore augmenté.

Enfin, cette théorie donne une explication satisfaisante de l'anomalie apparente que présente la nuance du procédé bergamasque, pratiquée à Sovère. J'ai dit, en effet, qu'à défaut de scories *riches*, on chargeait dans le fourneau des matières quartzeuses. Il semble que, puisqu'on peut toujours disposer d'une assez grande quantité de scories des opérations précédentes, mieux vaudrait les employer, si pauvres qu'elles fussent, qu'ajouter la silice en nature, ce qui ne peut qu'accroître le déchet. Mais on doit remarquer que les scories dites pauvres dans l'affinage bergamasque sont très-riches en oxyde de manganèse, que par cela

même elles ne sont plus aptes à se charger d'un excès d'oxyde de fer, et que, par suite, elles agissent moins énergiquement sur le carbure de fer que les scories de forge ordinaires. On les emploie avec succès dans les méthodes de Lecco et de Brembana, où on ne craint pas de produire des fers aciérins ; elles ont, dans ce cas, le très-grand avantage de réduire beaucoup le déchet. Mais à Sovère, on vise à produire des fers aussi doux que possible ; on préfère donc former de toutes pièces de nouvelles scories très-riches en oxyde de fer qui puissent décarburer bien complétement la loupe, bien que cette modification doive entraîner un déchet plus grand. Cette explication paraîtra plus évidente encore si on remarque l'époque choisie pour l'addition du quartz. S'il ne s'agissait que d'augmenter la masse des scories et non de changer leur composition, il serait naturel de charger la silice en même temps que la fonte brute dans le mazéage. On rendrait ainsi la décarburation plus complète dès le commencement du travail. Mais, au lieu de cela, on attend, pour faire agir le quartz, l'affinage proprement dit, alors que, par le mazéage, la fonte a été débarrassée de la presque totalité du manganèse qu'elle contenait, et qu'il ne reste dans le cotizzo que la proportion de ce métal contenue dans les scories riches qui y adhèrent.

En résumé, on doit conclure de ce qui précède, que deux faits paraissent caractériser spécialement l'affinage bergamasque: Ce sont :

1° La décarburation de la fonte par l'action presque exclusive de l'air injecté dans le foyer ;

2° La présence dans les scories du manganèse, contenu en forte proportion dans les fontes, qui

permet d'épuiser sur elle l'action réductive du charbon, sans qu'elles perdent de leur fluidité, et de réduire ainsi à leur minimum les pertes en fer. Mais, par les raisons déduites plus haut, il importe que la teneur des scories en manganèse dans l'affinage proprement dit n'excède pas certaines limites, variables dans chaque cas particulier avec la nature des fers à produire. L'opération du mazéage donne un moyen très-facile de fixer convenablement ces limites.

On devait s'attendre à voir le manganèse jouer un rôle important dans la méthode bergamasque, d'après ce fait bien connu que ce procédé n'a jamais était employé que pour des fontes manganésifères. Il s'est répandu sur toute la chaîne des Alpes, d'une part dans la Savoie et le Dauphiné, de l'autre dans le Tyrol et la Carinthie, contrées où l'on ne trouve presque que des minerais spathiques. La seule exception à mentionner est la Toscane où l'affinage bergamasque est employé pour des fontes truitées, obtenues au moyen des minerais de fer oligiste de l'île d'Elbe. M. l'ingénieur Garella a donné quelques détails sur cette fabrication dans un mémoire inséré au tome XVI des *Annales des mines*. Sur plusieurs points essentiels l'opération diffère de celle que je viens de décrire. Les modifications introduites en Toscane paraissent avoir principalement pour but de réduire la consommation en combustible; sous ce rapport l'opération paraît beaucoup mieux ordonnée qu'en Lombardie. Mais ses résultats confirment très-bien les vues que j'ai présentées dans les pages précédentes. Les fontes étant plus difficiles à affiner, on cherche à augmenter l'énergie de l'action oxydante de l'air. Pour cela, on incline da-

vantage la tuyère et on diminue la profondeur du foyer. Mais il en résulte un déchet bien plus considérable sur la fonte: il s'élève à 25 p. o/o. La méthode bergamasque ainsi appliquée perd son principal avantage. L'absence du manganèse dans les fontes est certainement pour beaucoup dans cette forte consommation.

Nous avons maintenant tout ce qu'il faut pour comparer la méthode bergamasque aux principaux procédés d'affinage au bois. Il nous suffira de réunir dans un tableau les chiffres de consommations et de main-d'œuvre que nous avons donnés dans les paragraphes précédents, et de mettre en regard la valeur moyenne des mêmes éléments dans les autres méthodes.

		Consommations et main-d'œuvre pour 100 kil. de fer.		
		Fonte.	Charbon.	Main-d'œuvre.
				j.
Méthodes bergamasques.	Lecco ou la Val Sapina.	108	266	0,93
	Dongo (air chaud). .	120	190	0,71
	Val Brembana	117	220	0,90
	Sovere et Val Camonica.	118	280	0,95
Méthode comtoise (1).		135	140	0,84
Méthode nivernaise (2).		135	285	1,00
Méthode wallonne.		150	200	1,00
Méthode styrienne.		110	300	1,00

Nota. On doit remarquer que, dans la méthode nivernaise, ainsi que dans celle de Sovère, ce sont de petits fers qu'on produit dans l'affinage.

(1) M. Thirria, *Annales des mines*, t. XVIII, 3e série.
(2) M. Le Cocq, *id.*, t. XVI, 3e série.

Observation. La main-d'œuvre des méthodes bergamasques est cotée un peu trop haut dans ce tableau, car la journée du braschino est comptée comme journée d'ouvrier. De plus, dans les procédés ordinaires, les forgerons exigent que le charbon leur soit apporté à pied d'œuvre. Dans les forges bergamasques ils vont le chercher eux-mêmes à la halle.

On voit immédiatement combien est exagérée l'idée qu'on se forme généralement de la consommation en charbon de la méthode bergamasque. On l'a portée dans certains ouvrages (*Karsten*, Manuel de métallurgie du fer), à sept, en poids, pour un de fer produit, et on voit ici que nulle part elle n'atteint trois. A Sovère même, où le fer est débité dans l'étirage en petits échantillons, elle n'est que de 2, 72.

On trouvera peut-être extraordinaire, vu le temps employé à l'affinage et la multiplicité des opérations, que cette consommation ne soit pas plus considérable. Mais on doit remarquer qu'elle est presque nulle pendant toute la période de la formation des cotizzi où le foyer est maintenu à une température très basse et entretenu seulement avec quelques pelletées de poussier de charbon. Ce n'est donc que pendant le mazéage et l'affinage qu'on consomme du combustible. Or, ces deux opérations sont à peu près les mêmes que celles de la méthode nivernaise, avec laquelle la méthode bergamasque a les plus grands rapports, et elles doivent donner lieu à des consommations presque égales; car si, d'une part, les fontes grises du Nivernais sont plus difficiles à affiner que les fontes lamelleuses de Bergame, l'usage italien, qui consiste à tout faire dans le même foyer, donne

lieu à des pertes de chaleur qui établissent la compensation ; c'est, en effet, ce qui arrive, on peut en juger par les tableaux qui précèdent. Pour les méthodes wallone et styrienne, elles ne peuvent évidemment pas soutenir la comparaison.

La méthode comtoise seule paraît supérieure. Mais dans les conditions où se trouvent placées les usines d'Italie, elle ne présente pas de grands avantages, car si la consommation en charbon est moindre, le déchet est bien plus grand, et c'est une considération importante dans le Milanais à cause du prix élevé des fontes. On peut très-bien juger de cette question par le tableau suivant qui donne le roulement du feu comtois de Dongo pendant un mois, et celui du feu bergamasque pendant trois semaines. Le feu comtois est monté avec beaucoup de soin. Il est voûté et soufflé à l'air chaud. On se sert des flammes perdues pour échauffer l'air et la fonte destinée à l'affinage ; il est servi par des ouvriers venus de Franche-Comté. Les fontes et le combustible sont les mêmes dans les deux foyers.

	Fonte brute.	Riblons.	Charbon. En volume.	Charbon. En poids.	Fer produit.
	kil.				
Bergamasque.	7.352	995	386	13.774	7.091
Comtois. . .	17.147 1.689	269	717	25.619	14.679

Observation. Les 1689 kil. qui se trouvent à la colonne de la fonte pour le feu comtois sont de la mauvaise fonte agglomérée avec du charbon dont le rendement est bien moindre que celui de la fonte ordinaire.

D'après les chiffres précédents, on trouverait

que, dans le feu comtois, il faut 130 kil. de fonte pour 100 kil. de fer, ce qui donnerait un déchet trop élevé ; car quand on n'y traite que de bonne fonte, il n'en faut que 125 kil. pour 100 kil. de fer. Nous adopterons ce chiffre, très-inférieur à celui qui a lieu en France d'ordinaire, et nous trouverons que les consommations pour 100 kil. de fer sont :

	Fonte.	Charbon.
Bergamasque. . .	118	190
Comtois.	125	170

Ainsi s'il y a économie de 20 p. 0/0 au feu comtois, il y a excédant de déchet de 8 p. 0/0, ce qui établit la compensation, et donne même l'avantage au feu bergamasque :

Bergamasque.			Comtois.		
Fonte. . .	118 k.	27,14	Fonte. . .	125 k.	28,15
Charbon.	190 k.	12,16	Charbon.	170 k.	10,88
		39,30			39,03

La main-d'œuvre est payée de même aux deux feux 20 fr. la tonne.

La méthode comtoise présente seulement un avantage très-réel, c'est que les fers qu'elle donne sont supérieurs pour la qualité et l'homogénéité aux fers bergamasques, et sont, pour cette raison, préférés pour certains usages. Mais, comme j'ai eu déjà occasion de le dire, les fers produits par la méthode indigène satisfont et au delà aux convenances de la consommation, et une amélioration dans leur nature ne serait en général pas appréciée.

Sous le rapport du déchet, la méthode bergamasque a sur toutes les autres une incontestable supériorité. Il est assez singulier que ce soit précisément le procédé dans lequel l'action oxydante

de l'air atmosphérique intervient le plus activement, qui donne lieu à la moindre perte; car il est évident que l'expulsion directe du carbone rend inévitable l'oxydation, et par suite, la scorification d'une très-grande quantité de fer. Mais ce fait s'explique très-naturellement si on a égard aux circonstances de l'affinage, et si on remarque que tout y est disposé aussi bien pour épuiser l'action réductive du charbon que pour activer l'oxydation directe; il me suffira de rappeler les faits suivants :

1° La présence de la brasque souvent renouvelée dans le foyer, qui forme à toutes les époques du travail les parois du vide qui contient la fonte et les scories;

2° La profondeur du foyer qui dérobe, dès que la brasque est en partie consumée, la fonte et les scories à l'action oxydante du vent;

3° La présence du manganèse qui permet d'appauvrir beaucoup les scories sans qu'elles cessent d'être fluides.

Au total, des descriptions et des comparaisons qui précèdent, il résulte que la méthode bergamasque peut présenter des avantages; mais seulement pour l'affinage des fontes manganésifères, et surtout dans le cas où des fabrications accessoires du fer fournissent à bas prix aux forges des battitures en quantité considérable. Ces battitures ne sont pas l'agent indispensable de l'affinage; mais leur emploi peut diminuer beaucoup le prix de revient en rendant nul ou presque nul le déchet rapporté à la quantité de fonte mise en œuvre.

Occupons-nous maintenant des améliorations dont ce procédé paraît susceptible. Son plus grand défaut est évidemment la forte consommation en

combustible. Sous les autres rapports, nous venons de voir qu'il peut soutenir la comparaison avec les autres procédés, que souvent même il leur est supérieur. C'est donc à réduire la dépense de charbon que doivent tendre tous les efforts qui seront tentés pour améliorer cette méthode. Autant qu'on en peut juger d'après le petit nombre d'expériences qui ont été faites, ils sont couronnés de succès. Je me proposerai donc de discuter les divers moyens d'arriver à ce but. Ils sont de deux espèces : 1° ceux indépendants du procédé en *lui-même*, et applicables en général à toutes les opérations métallurgiques du même genre; 2° ceux qui consistent à modifier les manipulations ou à changer l'ordre dans lequel elles sont pratiquées.

La première catégorie comprend l'emploi de l'air chaud, des flammes perdues et du bois en nature. On a déjà essayé des deux premiers moyens, et on est arrivé à de très-bons résultats.

Nous avons vu que l'emploi de l'air chaud avait diminué de 15 p. 0/0 à Dongo la consommation en charbon, sans nuire à la qualité du fer en augmentant seulement un peu le *déchet*. Les ouvriers, opposés en général à tout changement, quel qu'il soit, se sont avec le temps résignés à celui-ci qui, dans le fait, n'a pour eux aucun inconvénient, et qui leur présente même l'avantage d'accélérer l'opération, et par conséquent d'augmenter leur salaire. On ne s'est pas aperçu qu'il y eût inconvénient à élever la température au delà d'un certain degré. On se sert du vent de la soufflerie du haut-fourneau qui est échauffé au gueulard à 180°. Plusieurs propriétaires de forges ont l'intention de suivre l'exemple qui leur a été

donné à Dongo. Ils chaufferont l'air avec les flammes perdues du feu d'affinerie.

L'emploi des flammes perdues, qui avait été introduit avec beaucoup de succès à Lecco, pour le chauffage de la fonte destinée à l'affinage, a rencontré de la part des ouvriers une telle opposition, qu'on a dû y renoncer. Il sera certainement très-difficile de vaincre leur obstination à cet égard, car les usines sont si nombreuses qu'ils peuvent se refuser d'une manière absolue à ce qui est en dehors des usages établis, bien sûrs qu'en quittant cet établissement, ils trouveront facilement à s'employer ailleurs. Il faudrait, pour arriver à les dominer, qu'un certain nombre de maîtres de forges se coalisassent pour leur imposer ce changement dans le travail. Malheureusement ce n'est jamais ainsi qu'une amélioration s'introduit dans un centre d'usines, dans celles de Lombardie moins que partout ailleurs.

On n'a encore essayé du bois en nature dans aucune usine, et il est douteux que son emploi prenne jamais beaucoup d'extension en Lombardie. J'ai déjà parlé de la difficulté des transports qui s'accroît tous les jours, à mesure que les forêts s'éloignent de la plaine, et qui doit s'opposer à ce qu'on songe à faire arriver le bois préférablement au charbon, aux forges de Lecco de Sovere et de Brescia, les plus éloignées des montagnes boisées. Celles des usines qui sont situées dans les parties les plus reculées des vallées pourront seules y trouver quelque avantage. Mais partout il y a une très-bonne raison en faveur de l'emploi du charbon noir, c'est la perfection des méthodes de carbonisation dans cette partie des Alpes.

Passons maintenant aux changements à faire dans le procédé lui-même. On doit viser surtout à remédier aux pertes énormes de chaleur qui ont lieu chaque fois qu'une opération partielle se termine, puisque l'ouvrier refroidit alors presque complétement le foyer, pour construire le feu de brasque. C'est ce qu'on a déjà fait en partie à Dongo en formant les cotizzi dans un foyer à *part*. Dans les usines où se trouvent seulement deux feux d'affinerie, il paraît difficile d'arriver à une meilleure combinaison. On pourrait bien proposer de faire le mazéage et les cotizzi, dans un des deux feux, tandis que dans l'autre on s'occuperait sans interruption de l'affinage. Mais pour que cet arrangement fût réellement avantageux, il faudrait que toutes les opérations de mazéage se fissent à la suite les unes des autres, ce qui dérangerait l'équilibre dans l'activité du travail. On pourrait le faire dans une usine à trois foyers où deux seraient alors employés à l'affinage, et le troisième aux deux premières opérations.

On réduirait enfin de beaucoup la consommation en faisant marcher de front les chauffages des lopins et l'affinage, au lieu de les séparer complétement comme on le fait aujourd'hui. Rien ne peut s'opposer à ce changement.

RÉSULTATS PRINCIPAUX

Des travaux exécutés dans le laboratoire de chimie de Vesoul, pendant l'année 1841.

Par M. DROUOT, Ingénieur des mines.

Essai de trois échantillons de houille du terrain des marnes irisées de l'arrondissement de Lure, Haute-Saône.

Le terrain des marnes irisées, ou terrain supérieur, renferme, dans le département de la Haute-Saône comme dans le département des Vosges, une couche de houille qui se trouve entre la grande assise de dolomie et le dépôt gypseux qui lui-même recouvre le sel gemme. Cette couche de houille, presque plane, et plongeant de 4 à 10 degrés vers le sud, se trouve ordinairement entre des bancs d'argile schisteuse noirâtre, et quelquefois aussi entre des bancs de grès argileux et quartzeux à grains fins. Elle existe partout dans les marnes irisées du département de la Haute-Saône, mais elle n'a pas partout une puissance suffisante pour être exploitée. Cette puissance n'excède jamais $0^m,60$. Lorsqu'elle semble dépasser cette limite, c'est qu'il existe un lit d'argile schisteuse qui divise la couche et lui donne une apparence de renflement.

Le combustible est loin d'être pur. Il renferme, outre l'argile disséminée ou distribuée irrégulièrement dans les différents lits, des pyrites en veinules et en rognons, dont la quantité s'élève quelquefois à 7 p. 0/0 de la houille.

Dans les parties situées à une profondeur de plus de 30 mètres au-dessous du sol, c'est-à-dire dans les parties qui se trouvent protégées contre l'action dissolvante des eaux pluviales et d'infiltration par une masse suffisante de bancs calcaires, de marnes ou d'argiles, la couche de houille est elle-même entièrement imperméable, et le combustible renferme, outre l'argile et les pyrites, du gypse dont la quantité s'élève ordinairement à 15 p. 100 de la houille. Ce gypse est fibreux; il forme une multitude de veinules quelquefois très-minces, mais dont l'épaisseur dépasse quelquefois un centimètre. Ces veinules, très-nombreuses et ramifiées dans tous les sens, rendent la masse très-difficile à abattre dans les taillis. Cet abattage se fait néanmoins au moyen du pic, aussi la houille exploitée est-elle toujours en petits fragments. Cette variété de houille est désignée par les exploitants sous le nom de houille dure et gypseuse.

Dans les parties qui se trouvent près *du jour*, à moins de 30 mètres de profondeur, le gypse a été dissous par les eaux d'infiltration. La houille est alors fissurée dans tous les sens, et par conséquent perméable à l'eau et facile à abattre dans les tailles où elle tombe en petits morceaux. Cette seconde variété de houille est désignée par les exploitants sous le nom de houille tendre.

Aucune de ces deux variétés de houille ne peut être livrée à la consommation dans l'état où elle est extraite de la mine. La houille dure subit préalablement un triage à la main dans lequel on sépare les plus grosses parties de gypse. Les deux variétés sont soumises à un criblage à la cuve au moyen duquel on sépare la plus grande partie des pyrites et du gypse restant.

Ces deux variétés de houille, prises en masse, paraissent noires, mais elles donnent une poussière brune. Elles se divisent parallèlement à la stratification générale du terrain plus facilement que dans toute autre direction, et sont en effet composées de couches plus ou moins brillantes et plus ou moins terreuses.

Leur densité est d'environ 1,44 pour les fragments qui ne renferment pas de parties étrangères visibles à l'œil nu.

Ces deux variétés de houille s'altèrent promptement à l'air, surtout en été. Elles se réduisent en poussière, s'échauffent et même prennent feu spontanément. Aussi, pendant cette saison, faut-il les conserver sous l'eau, dans des réservoirs, ou les étendre en couches minces dans les magasins, et les employer alors très-peu de jours après leur sortie de la mine.

Elles décrépitent au feu; mais néanmoins elles collent lorsqu'on les calcine en vase clos, et les divers fragments se réunissent très-bien pour donner un seul morceau de coke. Les cendres des échantillons examinés renferment jusqu'à 17 p. o/o de sulfate de chaux. Elles contiennent aussi de l'argile, et en outre une proportion considérable de peroxyde de fer provenant du grillage de la pyrite et qui leur donne une couleur rouge. Elles ne renferment pas une quantité notable de carbonate de chaux. Celles du n° 3 ont seules donné quelques petites bulles de gaz lorsqu'on les a traitées par les acides.

Le tableau suivant fait connaître les résultats principaux des essais auxquels ont été soumis des fragments de houille choisis et ne renfermant pas de parties étrangères visibles à l'œil nu.

DÉSIGNATION DES PRINCIPES constituants.	DÉSIGNATION DES ÉCHANTILLONS ESSAYÉS et proportions des principes constituants.			
	Mollans. (1)	Melcey. (2)	Corcelle. (3)	Moyenne des trois échantillons.
Cendres.	0,175	0,160	0,100	0,145
Matières volatiles.	0,389	0,328	0,382	0,366
Matières charbonneuses fixes.	0,436	0,512	0,518	0,489
Totaux.	1,000	1,000	1,000	1,000
Résultats divers.				
Quantité de coke obtenu de 1 gramme de houille.	g. 0,611	g. 0,610	g. 0,618	g. 0,613
Quantité de plomb obtenu de 1 gramme de houille mélangé avec 30 grammes de litharge.	g. 23,000	g. 23,000	g. 22,200	g. 22,730
Pouvoir calorifique comparé à celui d'une bonne houille de la Loire pris pour unité.	0,790	0,790	0,760	0,780

(1) *Houille tendre de Mollans.* — Je l'ai recueillie au bas d'un puits de 19 mètres de profondeur, ouvert, en 1839, par MM. Gauthier et compagnie, sur le territoire de la commune de Mollans, à 700 mètres environ au S.-O. du hameau dit La-Grange-du-Vaux. Ce gîte est actuellement l'objet d'une demande en concession.

La couche de houille a une épaisseur d'environ $0^m,65$, mais elle renferme une couche d'argile schisteuse et bitumineuse interposée de $0^m,15$ d'épaisseur.

Cette houille présente des lits à texture un peu

schisteuse et d'autres à cassure irrégulière. Dans le gîte elle est mélangée de pyrite, mais exempte de gypse.

Le coke a l'aspect métalloïde, il est un peu boursouflé; mais néanmoins on y reconnaît encore la texture feuilletée dans quelques portions provenant des parties schisteuses de la houille.

(2) *Houille dure et gypseuse de Melcey.* — Je l'ai recueillie au bas du puits de recherche de 33 mètres de profondeur, que madame veuve de Raincourt et compagnie a fait ouvrir dans le courant de l'année 1841, sur le territoire de la commune de Melcey, entre le village de ce nom et celui de Fallon, à l'est de la route départementale. Dans cette localité la couche de houille n'a que $0^m,33$ de puissance au maximum. Elle est l'objet d'une demande en concession.

Cette houille se compose de lits plus ou moins brillants, parallèles entre eux et à la stratification du terrain. Dans le gîte elle est mélangée à la fois de pyrite et de gypse.

Le coke est métalloïde, boursouflé et poreux; mais néanmoins on y reconnaît encore à l'extérieur la forme des morceaux de houille.

(3) *Houille dure et gypseuse de Corcelle.* — J'ai recueilli cet échantillon dans les travaux d'exploitation du puits ouvert sur le territoire de Corcelle, dans la concession de ce nom, à 600 mètres environ au N.-O. du clocher du village, dans un point de ces travaux qui se trouve à plus de 35 mètres au-dessous du sol.

Cette houille se divise avec facilité parallèlement au plan de la couche et présente alors une cassure quelquefois lisse et quelquefois striée; Brisée perpendiculairement aux strates, elle pré-

sente, comme les autres variétés, une cassure rugueuse avec des parties brillantes et d'autres ternes.

Le coke est métalloïde, boursouflé et poreux. La matière paraît avoir été fondue à l'intérieur; mais à l'extérieur on reconnaît encore un peu la forme des fragments de houille qui sont néanmoins très-fortement arrondis.

Observations.

En ce qui concerne la composition, les résultats indiqués ci-dessus diffèrent peu de ceux indiqués par M. Regnault dans ses Recherches sur les combustibles minéraux (*Annales des mines*, 3e série, t. XII, p. 161), relativement à la houille de Noroy, Vosges, appartenant également au terrain des marnes irisées.

En ce qui concerne la puissance calorifique que j'ai tâché de déterminer au moyen de la litharge, procédé indiqué par M. Berthier dans son Traité des essais par la voie sèche, t. I, p. 229, mes résultats ne paraissent pas parfaitement d'accord entre eux; mais je ferai observer à cet égard que la houille renferme des pyrites disséminées en plus ou moins grande proportion, ce qui peut motiver les différences trouvées. La moyenne de ces résultats s'accorde d'ailleurs assez bien avec l'évaluation du pouvoir calorifique de la houille du terrain keupérien de Gouchennus, Haute-Saône, adoptée par M. Thirria dans son mémoire sur les perfectionnements de l'industrie du fer, pouvoir calorifique qu'il évalue à 0,75 de celui de la bonne houille du département de la Loire. Les résultats que j'ai obtenus donnent 0,78 en moyenne; mais il faut observer que j'ai opéré sur des fragments

de houille choisis et qui renferment nécessairement beaucoup moins de matière étrangère que la masse de la houille livrée au commerce.

La houille du terrain keupérien de la Haute-Saône donne, lorsqu'on la calcine, du gaz qui brûle avec une lumière assez intense; mais elle renferme trop de pyrite pour pouvoir être employée à la fabrication du gaz d'éclairage. Ces pyrites et le gypse dont elle est mélangée, même après le criblage à la cuve, la rendent impropre à la fabrication du coke pour les usages métallurgiques. La grande quantité de cendre qu'elle renferme dans l'état où on la livre au commerce l'empêche de donner une très-haute température. Elle paraît peu propre à la fusion de la fonte et au soudage du fer dans les fours à réverbère. On l'emploie pour le laminage de la tôle, le simple étirage du fer sans soudage et le chauffage des chaudières à vapeur. Comme elle est toujours sulfureuse peut-être a-t-elle l'inconvénient d'altérer ces chaudières dans le voisinage du foyer. Son pouvoir calorifique étant faible et sa conservation difficile, le prix de cette houille est peu élevé sur les marchés où elle se trouve en concurrence avec les houilles du département de la Loire et du centre de la France.

Huit minerais de fer pisiformes du département de la Haute-Saône.

Ces minerais ont été analysés tous à peu près par le même procédé. Les parties soumises aux expériences ont été prises dans un mélange de 300 grammes de minerai écrasés et passés entièrement au tamis de crin, 5 grammes de chaque sorte de minerai ont été dissous dans l'acide hydro-

chlorique, et la dissolution a été rapprochée à siccité pour séparer entièrement la silice gélatineuse en même temps que l'argile. Dans cette opération les minerais ont tous donné du chlore facilement reconnaissable à son odeur, et en quantité d'autant plus grande qu'ils renfermaient plus de manganèse.

L'alumine, soluble dans l'acide hydrochlorique, a été séparée du fer et du manganèse par la potasse en traitant le mélange au creuset d'argent et reprenant par l'eau.

Le fer à l'état de peroxyde a été séparé du protoxyde de manganèse au moyen du carbonate d'ammoniaque et quelquefois par le carbonate de baryte. Par ce dernier procédé, le manganèse paraît retenir un peu de fer, même après ébullition de la liqueur et une digestion prolongée.

L'acide phosphorique a été dosé en séparant les métaux de la dissolution hydrochlorique et traitant la liqueur successivement par l'acide hydrochlorique et l'ammoniaque mélangée d'hydrochlorate de chaux.

La présence de l'acide arsénique a été constatée au moyen de l'appareil de Marsh. La dissolution hydrochlorique et peu acide du minerai était, à cet effet, versée dans un vase contenant un mélange de zinc pur et d'eau aiguisée d'acide sulfurique que l'on renouvelait lorsque le dégagement du gaz cessait. Pour dépouiller ce gaz hydrogène des particules d'eau qu'il entraînait, on le faisait passer dans un tube contenant des étoupes de chanvre, ou du coton à défaut d'amiante. Le gaz sortant du tube effilé était enflammé et dirigé sur un fragment de porcelaine. Les taches brunes et d'un éclat métallique indiquaient la présence de l'arse-

nic. Dans aucun minerai l'arsenic ne s'est trouvé en quantité assez forte pour qu'on pût le séparer en le sulfurant dans la dissolution hydrochlorique au moyen d'un courant de gaz hydrogène sulfuré, et traitant le dépôt successivement par l'ammoniaque qui aurait dissous le sulfure d'arsenic et l'acide hydrochlorique qui l'eût précipité s'il se fût trouvé en quantité pondérable.

Pour constater la présence du chrôme dans quelques-uns de ces minerais on a traité 10 grammes de matière par 1 gramme de nitre au creuset d'argent, délayé dans l'eau, filtré, rapproché la liqueur et traité par l'acide hydrochlorique. On a obtenu successivement la coloration en jaune annonçant la présence de l'acide chromique, et la coloration en vert annonçant la présence de l'oxyde de chrôme. M. l'ingénieur des mines Ebèlmen a fait remarquer que dans ces minerais, le chrôme ne se trouve pas à l'état d'acide chromique puisqu'il ne donne pas la coloration en jaune par l'ébullition avec les carbonates alcalins, et qu'il ne se trouve pas à l'état de fer chromé puisqu'il se dissout dans l'acide hydrochlorique. Il se trouve donc à l'état d'oxyde vert de chrôme, et provient probablement des terrains anciens ou ignés, dans lesquels il colore certaines roches.

Plusieurs de ces minerais ont été essayés par le nitrate de baryte, après avait été dissous dans un mélange d'acide hydrochlorique et d'acide nitrique. On n'y a pas trouvé de traces de soufre.

Tous renferment un petit nombre de grains attirables au barreau aimanté, propriété qu'ils doivent à une petite quantité de silicate de protoxyde de fer, ainsi qu'il résulte des expériences faites sur un grand nombre de minerais de la

même espèce par M. Berthier. Ce silicate n'influant en rien sur la qualité des produits, et se trouvant d'ailleurs en proportion très-faible dans la masse du minerai, je n'en ai pas tenu compte, et n'ai pas cherché à le doser. (*Voir* le tableau ci-contre.)

L'âge géognostique de ces minerais n'a pas encore été complétement déterminé; mais en comparant ces minerais avec ceux des environs de Mirebeau, Côte-d'Or, sous le double rapport de leur *nature* et de leur gisement, M. l'ingénieur en chef des mines, Thirria, a été conduit à penser que leur formation est contemporaine de celle de la partie supérieure des terrains tertiaires (1). Ils reposent sur l'étage supérieur du terrain jurassique.

Le troisième de ces minerais, celui dit des Equillottes, paraît être en place dans la situation où il a été formé, mais les autres paraissent avoir été remaniés par les courants de l'époque diluvienne.

Ces minerais pisiformes sont tous en grains composés de couches concentriques, présentant à leur centre un vide entouré de parties plus argileuses que le reste du grain. Leur préparation mécanique est faite avec beaucoup de soins par les exploitants qui les soumettent non-seulement à un lavage pour enlever les matières terreuses, mais encore, lorsqu'il y a lieu, à deux criblages successifs, pour séparer d'abord le sable fin et ensuite les gros fragments de calcaire ou même les gros morceaux de minerai formés de grains agglutinés,

(1) *Annales des mines*, 3e série, t. XV, p. 12.

Désignation de la nature des principes constituants.	Désignation des minerais analysés et proportions des principes constituants.							
	Communes d'Écuelle et de Vars. Mine rouge. (1)	Communes d'Écuelle et de Vars. Mine grise. (2)	Eguillottes, commune d'Auvet. (3)	Ourdon Vieux de Chatenois, commune de Traves. (4)	Ourdon Neuf de Chatenois, commune de Traves. (5)	Vernes, commune d'Aroz. (6)	Bois communal de Clans. (7)	Bois communal de Renaucourt (8)
Peroxyde de fer.	0,446	0,544	0,564	0,460	0,507	0,415	0,504	0,560
Oxyde rouge de manganèse.	0,016	0,014	0,010	0,014	0,008	0,012	0,014	0,010
Acide phosphorique. . . .	néant.	néant.	néant.	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002
Acide arsénique.	néant.	néant.	néant.	traces très-faibles.	traces insignifiantes.	traces très-faibles.	traces faibles.	traces faibles.
Oxyde vert de chrôme. . .	non essayé.	non essayé.	non essayé.	traces.	traces.	traces.	traces.	traces.
Eau et oxygène.	0,120	0,130	0,140	0,148	0,142	0,161	0,168	0,140
Carbonate de chaux. . . .	0,032	0,058	0,036	traces.	néant.	néant.	néant.	0,018
Alumine soluble.	0,066	0,058	0,094	0,052	0,056	0,058	0,056	0,024
Sable et argile insolubles. { Alumine. .	0,008	0,006	0,008	0,016	0,014	0,017	0,018	0,012
Sable et argile insolubles. { Silice. . . .	0,312	0,190	0,148	0,308	0,270	0,335	0,238	0,234
Totaux.	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Rendement en fer métallique pour 100 parties de minerai.	30	37	39	32	35	28	34	39

ces derniers morceaux étant à tort ou à raison rejetés par les propriétaires des hauts-fourneaux.

En examinant les analyses qui précèdent, on remarque que les trois premiers minerais qui sont extraits aux environs de Gray, ne renferment ni acide phosphorique, ni acide arsénique, et par conséquent ils doivent donner et donnent effectivement des fontes et des fers de meilleure qualité que ceux provenant des autres minerais, lesquels sont les plus rapprochés des montagnes des Vosges.

Les minerais désignés sous les trois premiers numéros ont été remis au laboratoire de chimie de Vesoul, par M. Petitguyot, propriétaire exploitant du haut-fourneau de Bley, commune d'Auvet, arrondissement de Gray, où ils sont consommés.

(1) *Minerai de fer, dit mine rouge, d'Ecuelle et Vars, arrondissement de Gray.* — Ce minerai est exploité à ciel ouvert, à une très-petite profondeur sur les territoires des deux communes d'Ecuelle et de Vars, aux lieux dits la Chèvre, le Poirier Mailley, les Rouilleux, le Champ Bélier et le Creux Vincent. 3 mètres cubes de minerai brut, fournissent 1 mètre cube de minerai lavé pesant 1.590 kilogrames.

Il est mélangé de quelques petits fragments de calcaire compacte provenant des bancs sur lesquels il repose; mais dans son gîte il ne renferme pas de conglomérat calcaire dit greluche.

Il est en grains imparfaitement ronds et même brisés, dont le diamètre varie de $0^m.01$ à $0^m.001$. Ces grains présentent une cassure d'un brun jaunâtre avec des taches noires, lesquelles annoncent la présence du peroxyde de manganèse.

Quelques-uns de ces grains sont attirables au barreau aimanté.

La quantité totale d'alumine étant seulement 0,20 de la quantité de silice, on doit fondre ce minerai avec un calcaire magnésien, ou avec d'autres minerais plus alumineux et du carbonate de chaux.

(2) *Minerai de fer, dit mine grise, d'Ecuelle et Vars, arrondissement de Gray.* — Ce minerai est exploité par petits puits de 8 à 10 mètres de profondeur, au fond desquels on pousse des galeries peu étendues, sur les territoires des deux communes précitées, aux lieux dits, les Rouilleux, Guillaume et Henry; Epenois et Buisson-Guiennet.

Il est en grains mieux arrondis que ceux du précédent, et dont le diamètre varie de 0^m,01 à 0^m,001. Il est mélangé de petits fragments d'un calcaire compacte et blanc. Dans le gîte même on trouve des morceaux de calcaire compacte et un peu tuberculeux, et empâtant souvent des grains de minerai.

La grosseur de ces morceaux de calcaire égale quelquefois celle du poing; leur volume total est de 12 à 15 p. °/₀ de celui du minerai. On les sépare en grande partie après le lavage. 2.60 mètres cubes de minerai brut donnent 1 mètre cube de minerai lavé, pesant environ 1,575 kilogrammes.

La proportion d'alumine étant considérable et s'élevant à 0,33 de la silice, on doit mélanger le minerai avec d'autres moins alumineux, avec ce précédent, par exemple, en ajoutant d'ailleurs de la castine.

(3) *Minerai de fer des Eguillottes, commune*

d'Auvet, arrondissement de Gray. — Ce minerai se montre quelquefois en nappe à la surface du sol, mêlé avec la terre végétale, et alors on le recueille en enlevant, jusqu'à une profondeur de $0^m,35$ ou $0^m,40$, cette terre que l'on soumet ensuite au lavage. Quelquefois il est disposé par masses ayant la forme d'un cône renversé, dont le sommet se trouve au plus à 6 mètres de profondeur. Dans le premier cas, il faut environ 5 mètres cubes, et dans le second 3 mètres cubes de minerai brut pour obtenir 1 mètre cube de minerai lavé, qui pèse 1.675 kilogrammes.

Il est en grains ronds, dont la grosseur varie de celle du millet à celle du pois. Leur cassure est d'un brun jaunâtre, présentant des parties plus noires, lesquelles attestent la présence du peroxyde de manganèse. La poussière est d'un brun jaunâtre. Des grains en assez grand nombre, mais d'un petit diamètre, sont attirables au *barreau* aimanté. Il est mélangé de quelques petits fragments de calcaire provenant des roches avoisinantes; mais dans son gisement il ne renferme pas de morceaux de calcaire, fréquents dans d'autres minières des environs où ils sont connus sous le nom de greluches.

La proportion d'alumine étant énorme, et s'élevant à environ 0,60 de la silice, on doit mélanger ce minerai avec d'autres plus siliceux, en ajoutant d'ailleurs de la castine.

Les minerais désignés sous les numéros 4, 5, 6, 7 et 8 ont été remis au laboratoire de chimie, par le directeur du haut-fourneau de Vy-le-Ferroux, pour lequel ils ont été exploités.

(4) *Minerai de fer de Chatenois, minière ou*

ourdon vieux, commune de Traves, arrondissement de Vesoul. — Ce minerai est composé de grains arrondis, dont la grosseur varie depuis celle du millet jusqu'à celle du pois, et d'un grand nombre de grains plus gros, moins bien arrondis, et qui extérieurement paraissent formés de grains ronds soudés intimement les uns aux autres, mais qui sont effectivement formés de couches tuberculeuses et concentriques, d'un brun jaunâtre plus ou moins foncé. Quelques grains rares donnent une poussière rouge, et d'autres une poussière noire, ce qui dénote la présence d'une certaine quantité de peroxyde de fer non hydraté, et de peroxyde de manganèse. Le barreau aimanté n'attire que des grains très-petits et en très-petit nombre. Ce minerai est mélangé de quelques petits fragments de calcaire compacte et blanc. La proportion d'alumine étant seulement 0,20 de la silice, on doit fondre ce minerai avec un calcaire magnésien ou avec d'autres minerais plus alumineux, en ajoutant alors du carbonate de chaux.

(5) *Minerai de fer de Chatenois, minière ou ourdon neuf, commune de Traves, arrondissement de Vesoul.* — Ce minerai se compose de grains arrondis, qui atteignent jusqu'à la grosseur d'un pois, et aussi de fragments tuberculeux formés quelquefois de grains arrondis soudés ensemble par un ciment de même nature et d'autres fois formés de couches tuberculeuses et concentriques.

Ces grains donnent presque tous une poussière d'un jaune brun, quelques-uns seulement en fournissent une rougeâtre ou noirâtre, qui dénote la présence d'une petite quantité de peroxyde de fer

non hydraté et de peroxyde de manganèse. Quelques-uns des plus petits grains sont attirables au barreau aimanté.

Ce minerai n'est mélangé d'aucun fragment de calcaire. La proportion de l'alumine étant faible et s'élevant seulement à 0,21 de la silice, il convient de mélanger ce minerai avec d'autres plus alumineux en ajoutant d'ailleurs du carbonate de chaux. On pourrait aussi le fondre avec du calcaire magnésien.

(6) *Minerai de fer des Vernes, commune d'Aroz, arrondissement de Vesoul.* — Ce minerai est en grains irréguliers dont les diamètres varient de $0^m,001$ à $0^m,020$. Les grains ronds sont fort rares et en général très-petits. Quelques grains donnent une poussière rouge; d'autres, plus rares, donnent une poussière noire annonçant la présence du peroxyde de manganèse. Beaucoup de grains paraissent renfermer une proportion d'argile considérable dans leur partie centrale. La masse donne une poussière jaune. Le barreau aimanté n'attire que des grains d'un petit diamètre et en petit nombre.

Ce minerai n'est mélangé d'aucun fragment de calcaire. La proportion d'alumine s'élevant seulement à 0,22 de la silice, si on employait ce minerai malgré son peu de richesse, on pourrait le mélanger avec des minerais alumineux en ajoutant d'ailleurs de la castine.

(7) *Minerai de fer du bois communal de Clans, arrondissement de Vesoul.* — Ce minerai est composé de grains imparfaitement ronds, de la grosseur d'un pois au plus, et d'un grand nombre de morceaux tuberculeux de $0^m,01$ à $0^m,02$ de diamètre, qui extérieurement paraissent formés

de plusieurs grains ronds soudés intimement, mais qui sont effectivement formés de couches tuberculeuses et concentriques. Les couches concentriques ne sont pas de la même nuance, toutes sont jaunâtres, mais quelques-unes sont plus brunes que les autres. Il y a aussi des parties noirâtres qui dénotent la présence du peroxyde de manganèse.

Le barreau aimanté n'attire qu'un petit nombre de grains d'un petit diamètre.

Ce minerai n'est pas mélangé de fragments de calcaire. Il renferme une proportion trop forte d'alumine (0,31 de la silice) et doit être fondu soit avec des minerais siliceux et du carbonate de chaux, soit avec du calcaire magnésien.

(8) *Minerai de fer de la forêt communale de Renaucourt, arrondissement de Gray.* — Ce minerai a été adressé au laboratoire de chimie de Vesoul, par les experts chargés d'estimer la valeur de la forêt qui le renferme et qui a été cédée au propriétaire du haut-fourneau de Renaucourt.

Il est en grains ronds et en fragments irréguliers dont les plus gros cubent à peine un centimètre. Plus de la moitié des grains ronds ont un diamètre moindre que 0m,003, mais ces grains ronds et entiers sont rares, presque tous sont brisés et présentent des angles arrondis. Plusieurs fragments sont tuberculeux et formés les uns de couches tuberculeuses et concentriques, les autres de grains ronds et réunis par un ciment de même nature. Quelques grains donnent une poussière rouge, dénotant le peroxyde de fer non hydraté; d'autres donnent une poussière noire ou au moins présentent des parties noires annonçant la présence du peroxyde de manganèse. La masse donne

une poussière jaunâtre. Environ deux centièmes des grains sont attirables au barreau aimanté.

Ce minerai est mélangé de quelques petits fragments anguleux, d'un calcaire compacte, blanc grisâtre, provenant des roches environnantes. On y trouve aussi quelques petites coquilles bivalves dont le têt est entièrement ferrugineux. Ce minerai, renfermant peu d'alumine, devrait être mélangé avec d'autres minerais plus alumineux et fondu avec addition de castine. On pourrait aussi le fondre avec simple addition de calcaire magnésien.

RÉSULTATS PRINCIPAUX

Des travaux faits dans le laboratoire de l'École des mines de Saint-Étienne, dans le cours de l'année 1841;

Par M. GRUNER, Ingénieur des mines.

Examen des houilles du bassin de Saint-Étienne (1).

M. Regnault a publié, en 1837, les Analyses élémentaires de divers combustibles minéraux et en particulier de quelques houilles de Rive-de-Gier. Les résultats auxquels il est parvenu, l'ont conduit à diviser les houilles en cinq genres qui se distinguent assez nettement, soit par leur composition élémentaire, soit par leur emploi dans les arts, soit enfin par la nature et l'aspect du coke et le rapport qui existe entre les poids de leurs matières fixes et volatiles. Ce dernier résultat permet donc de déduire d'une manière approchée la composition élémentaire d'une houille, de son analyse immédiate; par suite, on pourra se contenter, dans le plus grand nombre de cas, et particulièrement lorsqu'il s'agit de comparer entre elles, sous le rapport technique, un très-grand nombre de houilles, de les sometttre simplement à ce dernier mode d'analyse. C'est ce que j'ai fait

(1) Travail entrepris pour la statistique minéralogique du département, mais non encore terminé.

pour les diverses houilles du bassin de Saint-Étienne.

J'ai recueilli moi-même tous les échantillons dans l'intérieur des mines et j'ai moins tâché d'avoir des fragments purs que des morceaux qui représentassent le plus exactement possible la qualité moyenne de la mine.

Les calcinations ont toutes été faites dans un creuset de platine enveloppé d'un creuset de terre, et d'ailleurs constamment dans le même fourneau et autant que possible à la même température.

On a toujours opéré sur 30 grammes, pris au hasard dans environ 1 kilogramme de houille menue ou concassée en petits fragments.

La proportion de cendre a été déterminée en incinérant, dans un creuset de platine, 2 grammes de coke pulvérisé.

Diverses circonstances ne m'ont pas encore permis d'examiner ainsi toutes les houilles de la Loire ; toutefois les résultats auxquels je suis parvenu permettent déjà d'établir, parmi les houilles de Saint-Étienne, trois genres assez nettement caractérisés. Ils correspondent aux trois qualités de houilles de Rive-de-Gier, que M. Regnault a examinées ; mais leurs caractères sont plus tranchés. Non-seulement la composition chimique, leurs propriétés et l'emploi dans les arts, diffèrent pour chacun des trois genres, mais même la position topographique de ces houilles présente des différences assez notables. Chacune des trois variétés semble être concentrée dans une certaine région du bassin de Saint-Étienne ; ces diverses régions paraissent séparées les unes des autres par des acci-

dents de terrain qui sans doute existaient déjà au moment du dépôt de ces combustibles minéraux.

Les tableaux qui suivent font connaître une première catégorie de houilles qui sont grasses, quoique fort riches en carbone ; elles sont généralement tendres et brûlent avec une flamme blanche peu allongée. Elles donnent par l'analyse immédiate plus de 72 p. 0/0 de coke, abstraction faite des cendres, et le rapport entre le poids des matières volatiles et celui de la houille pure sans cendres est au plus 0, 25. Comme elles renferment d'ailleurs presque toutes très-peu de substances terreuses, elles conviennent particulièrement pour la fabrication du coke. Ce sont en effet les meilleurs charbons de forge et les meilleurs cokes de la Loire ; on les recherche pour les cubilots, les aciéries et les locomotives. Ces houilles éprouvent une singulière altération, par la simple exposition à l'air. On a mainte fois observé à Saint-Étienne, que les houilles de Méons et de Chaney ne donnent un fort beau coke que peu de temps après leur sortie au jour ; et que le menu ne colle plus dans les fours après un ou deux mois d'exposition à l'air. Premier genre.

Il est à remarquer encore que les gaz produits par leur carbonisation ne déposent qu'une très-faible proportion de noir de fumée.

Les diverses propriétés que nous venons d'énumérer signalent évidemment des houilles très-carbonées qui sont moyennement riches en hydrogène, mais pauvres en oxygène. — Leur pouvoir calorifique est considérable.

Les mines qui renferment ces combustibles sont toutes situées à la limite nord-est du bassin de Saint-Étienne, au pied septentrional de la colline

de Saint-Jean de Bonnefond, dans les concessions de Méons, Chaney, Reveux et Montcel.

Second genre.

La seconde catégorie comprend les houilles ordinaires de Saint-Étienne; elles sont toutes fort grasses et collantes et donnent un coke très-boursouflé.

Leur emploi est subordonné à la proportion des cendres qu'elles laissent par la combustion. Lorsqu'elles sont pures (3 à 6 p. 0/0 de cendres), elles sont recherchées pour la forge; c'est le cas de la cinquième couche des concessions de Bérard, la Roche, le Treuil, et en général de tout le centre du bassin de Saint-Étienne. On en peut faire du coke de fort bonne qualité; toutefois on lui préfère encore celui de Méons et Chaney. Ces charbons de forge sont au reste un peu plus riches en carbone que les houilles ordinaires. Elles correspondent à la houille maréchale de la Grande-Croix analysée par M. Regnault.

Lorsque la proportion des cendres dépasse 6 à 7 p. 0/0, le menu n'est plus considéré comme charbon de forge; il ne donne que du coke de qualité inférieure, spécialement destiné à l'alimentation des hauts-fourneaux. Enfin, lorsque la proportion des cendres dépasse, dans le charbon menu, la proportion de 10 à 12 p. 0/0, il est exclu de la fabrication du coke; on le vend alors pour le service des forges anglaises, des verreries, chaudières à vapeur, etc.

Le gros charbon des houilles ordinaires sert principalement au chauffage domestique.

Dans les houilles de cette seconde catégorie, on trouve, par l'analyse immédiate, toujours moins de 70 p. 0/0 de coke, abstraction faite des cendres; et même, si l'on en excepte les charbons de forge,

en général 60 à 66 p. 0/0. — Le rapport entre le poids des matières volatiles et celui de la houille pure sans cendres est de 0,26 à 0,30 pour les charbons de forge, et de 0,28 à 0,35 pour les charbons ordinaires.

Ces houilles renferment à la fois plus d'hydrogène et plus d'oxygène que celles de la première classe.

Les combustibles de la seconde catégorie se rencontrent spécialement dans les concessions qui sont situées au centre du bassin de Saint-Étienne, entre autres dans les concessions de Bérard, la Roche, Terre-Noire, du Treuil, etc.

Le charbon de la grande couche des concessions de Côte-Thiolière et du Cros forme comme une sorte de transition entre les houilles de la seconde catégorie et celles de la première.

Troisième genre.

Les houilles du bassin de la Ricamarie composent la troisième catégorie des charbons de Saint-Étienne. Ce sont les houilles à *longue flamme*, moins grasses que celles des deux autres genres, mais plus dures. Le gros charbon se divise en fragments d'une certaine régularité, ne se réduit pas facilement en poussière. Elles ressemblent jusqu'à un certain point au flênu de Mons et au charbon raffaud de Rive-de-Gier, mais elles renferment plus de matières volatiles et plus de cendres. Cette houille est recherchée pour le chauffage domestique et pour les chaudières des bateaux à vapeur. Les marchands vendent ce combustible très-souvent comme charbon raffaud de Rive-de-Gier. On l'emploie aussi pour les verreries et autres usines qui exigent une houille à longue flamme. Le menu alimente à Saint-Étienne, Lyon et dans plusieurs villes du Midi, les établissements

à gaz. On lui donne, pour cette fabrication la préférence sur les autres houilles à cause de la proportion du gaz produit qui surpasse d'un quart celle que l'on obtient avec les charbons ordinaires de Saint-Étienne. Sous le rapport du pouvoir éclairant, le gaz de cette houille semblerait plutôt inférieur. L'abondance des cendres le rend peu propre aux travaux de la forge. On en a fabriqué quelquefois du coke, mais il est très-poreux et friable, ce qui, joint à la forte proportion des cendres, le rend même peu propre à la fusion des minerais de fer dans les hauts-fourneaux. La fumée qui sort des fours à coke dépose beaucoup de noir.

Les houilles de la troisième catégorie donnent moins de 60 p. o/o de coke, en faisant abstraction des cendres, et le rapport entre le poids des matières volatiles et celui de la houille pure est de 0,37 à 0,40. L'abondance des matières volatiles et la nature peu collante du combustible prouvent que les houilles de cette troisième catégorie renferment moins de carbone et plus d'oxygène que les charbons ordinaires de Saint-Étienne; la proportion d'hydrogène doit être également forte. On trouve ces houilles grasses à longue flamme vers l'angle sud-ouest du bassin de Saint-Étienne, spécialement dans les concessions de la Béraudière et de Mont-Rambert; il semble d'ailleurs que des circonstances particulières aient présidé dans cette localité, au dépôt du combustible, pendant toute la période carbonifère, car toutes les couches de ce district fournissent de la houille grasse à longue flamme.

TABLEAU *des principales houilles de Saint-Étienne.*

Désignation des houilles.	Composition de la houille.						Observations.
	Matières volatiles.	Coke.	Cendres.	Coke sans cendres.	Matières volatiles, le poids de la houille sans cendres étant représenté par 100.	Cendres renfermées dans 100 de coke.	
1° *Houilles grasses très-riches en carbone.*							
Houille pérat du pré du Soleil. Concession de Montcel.	19,60	80,40	2,81	77,59	20,16	3,5	Houille très-noire et brillante, mais traversée par quelques filets plus ternes. Elle donne un coke argentin bien fondu et compacte. — Le menu est entremêlé de fragments de schistes, ce qui le rend impropre à la fabrication du coke.
Houille menue du puits Sainte-Marie. Concession de Chaney.	21,67	78,33	3,52	74,81	22,46	4,5	Cette houille passée au crible est transformée en coke de première qualité. Il est employé pour les locomotives du chemin de fer de Lyon.
Houille pérat du puits Sainte-Claude. Concession de Méons.	24,17	75,83	1,52	74,31	24,54	2	C'est la houille la plus pure de Saint-Étienne, mais elle a fort peu de consistance.
Houille menue du puits Sainte-Claude. Concession de Méons. .	23,13	76,87	3,07	73,80	23,86	4	

Désignation des houilles.	Composition de la houille. Matières volatiles.	Coke.	Cendres.	Coke sans cendres.	Matières volatiles, le poids de la houille sans cendres étant représenté par 100.	Cendres renfermées dans 100 de coke.	Observations.
Houille pérat du puits Sainte-Marie. Concession de Chancy.	24,33	75,67	1,89	73,78	24,80	2,5	*Houille noire* brillante de très-bonne qualité.
Houille pérat de Reveux. Concession de Reveux.	22,83	77,17	4,44	72,73	23,89	5,7	Cette houille ressemble à la précédente, et provient de la même couche; mais elle contient plus de cendres. Le menu est entremêlé de fragments de schiste. Par cette raison elle ne peut fournir que du coke de seconde qualité.
Houille menue passée au crible pour la fabrication du coke. Puits Sainte-Claude (Méons).	24,47	75,53	3,40	72,13	25,33	4,5	Cette houille donne le meilleur coke du bassin houiller de la Loire.
Houille pérat de la Carrade. Concession de Côte-Thiolière.	25,67	74,33	5,20	69,13	27,08	7	Ces deux houilles établissent la transition de la première catégorie à la seconde. Le menu de Côte-Thiolière sert à la fabrication du coke de seconde qualité.
Houille pérat de la grande couche du Cros.	24,50	75,50	6,23	69,27	26,13	8,2	

2° *Houilles ordinaires de Saint-Étienne.*

Houille pérat de la 5e couche du puits du Chêne. Concession de la Roche.	28,47	71,53	3,57	67,96	29,52	5	Ces houilles, et particulièrement les deux premières, sont de véritables charbons de forge. Elles sont plus pures que les houilles grasses ordinaires de Saint-Étienne.
Houille pérat de la 5e couche du puits Vincent. Concession de Bérard.	29,20	70,80	4,14	66,66	30,46	5,8	
Houille pérat de la 3e couche du puits Deville. Concession de la Roche.	31,90	68,10	2,38	65,72	32,67	3,5	
Houille menue de la 3e couche du puits Deville. Concession de la Roche.	32,54	67,46	6,41	61,05	34,77	9,5	
Houille pérat de la 7e couche du puits Deville. Concession de la Roche.	28,27	71,73	5,38	66,35	29,88	7,5	»
Houille pérat du puits Saint-André. Concession de Méons.	27,83	72,17	6,49	65,68	29,76	9	On a fabriqué autrefois du coke de seconde qualité avec le menu de cette houille.
Houille pérat de la 7e couche du puits de la Pompe. Concession du Treuil.	29,73	70,27	7,38	62,89	32,10	10,5	»
Houille menue de la 7e couche du puits de la Pompe. Concession du Treuil.	26,03	73,97	15,16	58,81	30,68	20,5	»
Houille pérat de la 7e couche du puits Vincent. Concession de Bérard.	25,27	74,73	11,02	63,71	28,40	14,7	»

Désignation des houilles.	Composition de la houille.						Observations.
	Matières volatiles.	Coke.	Cendres.	Coke sans cendres.	Matières volatiles, le poids de la houille sans cendres étant représenté par 100.	Cendres renfermées dans 100 de coke.	
Houille péral du puits Sainte-Marie. Concession de Chaney.	24,33	75,67	1,89	73,78	24,80	2,5	*Houille noire* brillante de très-bonne qualité.
Houille péral de Reveux. Concession de Reveux.	22,83	77,17	4,44	72,73	23,89	5,7	Cette houille ressemble à la précédente, et provient de la même couche; mais elle contient plus de cendres. Le menu est entremêlé de fragments de schiste. Par cette raison elle ne peut fournir que du coke de seconde qualité.
Houille menue passée au crible pour la fabrication du coke. Puits Sainte-Claude (Méons).	24,47	75,53	3,40	72,13	25,33	4,5	Cette houille donne le meilleur coke du bassin houiller de la Loire.
Houille péral de la Caraude. Concession de Côte-Thiolière.	25,67	74,33	5,20	69,13	27,08	7	Ces deux houilles établissent la transition de la première catégorie à la seconde. Le menu de Côte-Thiolière sert à la fabrication du coke de seconde qualité.
Houille péral de la grande couche du Cros.	24,50	75,50	6,23	69,27	26,13	8,2	

2° *Houilles ordinaires de Saint-Étienne.*

Houille pérat de la 5e couche du puits du Chêne. Concession de la Roche.	28,47	71,53	3,57	67,96	29,52	5	Ces houilles, et particulièrement les deux premières, sont de véritables charbons de forge. Elles sont plus pures que les houilles grasses ordinaires de Saint-Étienne.
Houille pérat de la 5e couche du puits Vincent. Concession de Bérard.	29,20	70,80	4,14	66,66	30,46	5,8	
Houille pérat de la 3e couche du puits Deville. Concession de la Roche.	31,90	68,10	2,38	65,72	32,67	3,5	
Houille menue de la 3e couche du puits Deville. Concession de la Roche.	32,54	67,46	6,41	61,05	34,77	9,5	
Houille pérat de la 7e couche du puits Deville. Concession de la Roche.	28,27	71,73	5,38	66,35	29,88	7,5	»
Houille pérat du puits Saint-André. Concession de Méons.	27,83	72,17	6,49	65,68	29,76	9	On a fabriqué autrefois du coke de seconde qualité avec le menu de cette houille.
Houille pérat de la 7e couche du puits de la Pompe. Concession du Treuil.	29,73	70,27	7,38	62,89	32,10	10,5	»
Houille menue de la 7e couche du puits de la Pompe. Concession du Treuil.	26,03	73,97	15,16	58,81	30,68	20,5	»
Houille pérat de la 7e couche du puits Vincent. Concession de Bérard.	25,27	74,73	11,02	63,71	28,40	14,7	»

Désignation des houilles.	Composition de la houille.						Observations.
	Matières volatiles.	Coke.	Cendres.	Coke sans cendres.	Matières volatiles, le poids de la houille sans cendres étant représenté par 100.	Cendres renfermées dans 100 de coke.	
Houille pérat de la 6e couche du puits Vincent. Concession de Bérard.	27,13	72,87	8,93	63,94	29,79	12,2	Cette couche n'est pas exploitée à cause de sa faible puissance.
Houille pérat, raffaud de Couzon (Rive-de-Gier).	30,93	69,07	5,52	63,55	32,74	8	Cette houille diffère des charbons de Saint-Étienne par sa grande dureté et son faible éclat. Elle est aussi moins grasse et donne un coke moins boursouflé. Elle renferme d'après les analyses de M. Regnault plus d'oxygène et moins de carbone que les houilles grasses ordinaires.
Houille pérat du puits de Grézieux de la couche bâtarde (Rive-de-Gier).	25,10	74,90	12,36	62,54	28,64	16,5	Cette houille ressemble au raffaud de Couzon, quoique un peu moins dure. Son coke est encore moins boursouflé; on y distingue les divers fragments soumis à la carbonisation.
Houille pérat de la couche dite bourrue de Couzon (Rive-de-Gier).	30,07	69,93	7,34	62,57	32,45	10,5	Houille schisteuse à gros grains, un peu terne, peu collante; elle donne un coke dans lequel on reconnait encore les divers fragments. Cette houille, comme la précédente et le raffaud de Couzon, doit contenir plus d'oxygène que les houilles ordinaires de Saint-Étienne.

Nota. Ces trois houilles de Rive-de-Gier établissent une certaine transition entre la deuxième et la troisième catégorie des charbons de Saint-Étienne. Mais les houilles de la troisième catégorie, quoique plus riches en matières volatiles que celles de Rive-de-Gier, sont cependant un peu plus grasses; ce qui tend à prouver qu'elles renferment non-seulement beaucoup d'oxygène, mais aussi une forte proportion d'hydrogène.

3° *Houilles grasses à longue flamme.*

Pérat de la grande couche de Montrambert. Première qualité.	34,10	65,90	8,08	57,82	37,10	12,2	Cette houille est dure et d'un éclat faible. Le coke est poreux et friable, mais moins boursouflé que celui des houilles ordinaires de Saint-Étienne. En brûlant, cette houille a moins de tendance à fondre et à coller que les charbons des deux premières catégories.
Pérat de la grande couche de Montrambert. Seconde qualité.	35,43	64,57	10,01	54,56	39,37	15,5	
Pérat de la grande couche des Littes, prolongement de celle de Montrambert. Concession de la Beraudière.	35,57	64,43	5,64	58,79	37,80	8,7	Le menu de cette couche des Littes sert à la fabrication du gaz à Saint-Étienne et à Lyon. Le coke est peu boursouflé et friable, et la houille ressemble complétement à la précédente. On voit que ces houilles renferment beaucoup plus de matières volatiles que les charbons maréchaux de Rive-de-Gier.
Autre échantillon de la même mine. 1re qualité.	35,20	64,80	5,51	59,29	37,25	8,5	

Essais de quelques minerais de plomb argentifères des environs de Carthagène et d'Aguilas (Andalousie).

Une première série de minerais de ces deux localités a été examinée en décembre 1840 et les résultats de ces essais sont rapportés dans le compte rendu de l'année dernière. Depuis lors MM. Noir et Baron, anciens élèves de l'École des mineurs, m'ont remis une collection plus complète de ces mêmes minerais, et m'ont communiqué quelques détails sur leur position géologique. Pour éviter des longueurs, je me bornerai à rapporter ici les résultats les plus saillants auxquels a conduit l'examen qui en a été fait au laboratoire.

Aux environs de Carthagène, entre le cap de Palos et le cap de Gata il existe quatre gîtes de minerais plombeux ou cuivreux argentifères. Le terrain métallifère paraît appartenir à la période de transition; il est composé de calcaires et de schistes argileux ou micacés, fréquemment traversés et soulevés par des roches dioritiques. Les plaines qui s'étendent entre les coteaux métallifères sont tertiaires, et du centre de ces plaines s'élève un terrain trachytique qui contient aussi quelques filons de galène.

Minerais de la Sierra de Carthagène.

Entre Carthagène et le cap de Palos s'étend la sierra dite de *Carthagène*. Elle contient de nombreux et puissants amas de galène, les cristaux et grains de sulfure de plomb sont empâtés par une masse argileuse verte, douce au toucher, qui me paraît devoir être rangée parmi les terres chloriteuses. — La même localité offre de nombreux gîtes de minerais de fer concrétionnés oxydés, au

milieu desquels on rencontre quelques noyaux épars de galène. — Les amas de fer et de galène sont traversés par d'anciens travaux fort étendus que l'on rapporte à la domination romaine. Près de ces travaux on rencontre fréquemment des scories plombeuses. — Depuis deux ans un très-grand nombre de mines ont été ouvertes dans cette localité.

Les galènes de la sierra de Carthagène sont généralement à grandes facettes et peu argentifères; plusieurs d'entre elles sont assez pures, d'autres renferment de la blende ou des pyrites de fer et de cuivre. La richesse en plomb des minerais non lavés est très-variable. — Les plus pauvres n'ont donné à l'essai que 0,14; les plus riches 0,60. — La teneur en argent est également variable, mais généralement assez faible; quelques minerais n'en renferment que 0,0001, mais la richesse du plus grand nombre est comprise entre 0,0003 et 0,0008, il en est cependant dont la teneur est de 0,001.

Dans ce même district on a rencontré dernièrement à une très-faible profondeur un minerai terreux jaunâtre qui paraît provenir de l'oxydation d'un sulfure triple de plomb, d'antimoine et de fer. Il est principalement formé d'antimoniate ou antimonite de plomb ferrugineux et donne à l'essai un culot très-cassant, difficile à coupeller. — Il ne renferme pas une trace d'argent, et le poids du culot de plomb est, selon les échantillons, de 2 à 3 gr. par 10 de minerai.

Minerais de la Sierra Almagrera.

Entre Aguilas et le cap de Gata s'étend la sierra *Almagrera*, dans laquelle on a découvert des filons de plomb très-riches en argent, que les anciens ne connaissaient pas. Le minerai se compose de galène compacte à très-petits grains associée à

du phosphate de plomb ferrugineux. Deux bandes parallèles de fer oxydé enveloppent constamment le minerai plombeux et figurent ainsi les salbandes du filon. — On connaît en particulier deux filons, celui des mines de l'Observation, de l'Espérance et des Carmes, et celui des mines de la Regla. Deux échantillons du premier filon avaient été essayés en 1840, et leur richesse, d'après le compte rendu de l'année dernière est :

pour l'un, plomb. . . 0,54
et argent. . . 0,0069
pour l'autre, argent. . 0,01418.

Les résultats obtenus cette année n'en diffèrent pas sensiblement.

Trois essais faits sur du minerai des travaux de l'Espérance ont donné : 0,45 à 0,50 de plomb
et 0,0062 à 0,0070 d'argent.

Deux échantillons différents de la mine de l'Observation ont donné l'un 0,47 et l'autre 0,62 de plomb ;

Le premier 0,0058 et le second 0,0060 en argent.

Enfin un échantillon de la mine des Carmes a donné : plomb 0,47
argent 0,0157.

Tous ces minerais renferment ainsi par 100 kil. une masse d'argent dont la valeur surpasse 100 fr. — Ces chiffres paraissent d'ailleurs correspondre à la richesse moyenne, car un plomb d'œuvre, obtenu par le traitement en grand, a donné à l'essai 0,0140 d'argent, c'est-à-dire dans 100 kil. de plomb, 311 fr. d'argent.

Le filon de la Regla est plus pauvre. — Divers échantillons de minerai ont donné
entre 0,40 à 0,45 de plomb
et 0,0023 à 0,0037 en argent.

Deux compagnies lyonnaises se proposent de traiter ces minerais riches en les mélangeant avec les galènes pauvres de la sierra de Carthagène.

Minerais de Velez-Rubio.

A 12 ou 15 lieues de la mer et au nord du cap de Gate se trouve la sierra de *Velez-Rubio;* elle est traversée par de nombreux filons de cuivre gris; on y rencontre aussi quelques galènes à gangue de baryte sulfatée. Le cuivre gris est plombeux et très-antimonial; les petites cavités ou géodes sont tapissées de cuivre carbonaté vert. L'essai donne un cuivre blanc très-cassant qu'il est impossible de bien raffiner sous la moufle. La proportion est très-variable. La teneur en argent est faible. Un échantillon a donné 0,0003.

On trouve dans les mêmes filons un sulfure double d'antimoine et de plomb en masses grises compactes sans structure cristalline. Il ne renferme que 0,0004 d'argent. Son analyse, que je me propose de faire, pourra présenter quelque intérêt.

Les galènes de Velez-Rubio sont à larges facettes, d'une richesse moyenne en plomb, mais très-pauvres en argent. — Un échantillon a donné 0,68 de plomb et un bouton presque imperceptible d'argent.

Minerais de Mazarron.

Entre Carthagène et Aguilas se trouve enfin, dans le terrain trachytique de Mazarron, le quatrième gîte de minerai. Il se compose de nombreux filons de galène d'une puissance peu considérable dans lesquels on rencontre des travaux romains, et aux environs des amas de scories plombeuses. La galène est à grandes facettes, quelquefois entremêlée de pyrites de fer. La richesse en plomb est très-variable, des échantillons non lavés ont donné 0,15; 0,335; 0,20 et 0,68.

La teneur en argent est toujours faible ; les essais faits sur des galènes de divers filons ont donné pour limites extrêmes 0,0001 et 0,0005.

Essais faits par M. Janicot, répétiteur.

Anthracite de Porto (Portugal). Ce combustible accompagnait l'envoi des minerais de fer ci-dessous mentionnés. On désirait savoir si elle pourrait être utilisée dans un haut-fourneau.

Elle est d'un gris noir brillant, assez dure et à structure lamelleuse ; sa poussière ne tache pas les doigts. L'analyse immédiate a donné :

Coke.	93,75	85,30 charbon. 8,45 cendres.
Matières volatiles.	6,25	
	100,00	

Le coke n'est pas boursouflé, il conserve l'aspect de l'anthracite brute, en devenant toutefois un peu friable. Elle ne décrépite pas au feu, et pourrait ainsi probablement servir à l'alimentation d'un haut-fourneau. Elle brûle avec une flamme pâle, sans éclat. Les cendres renferment plus de 50 p. o/o de matière insoluble dans l'acide chlorhydrique; elles sont brunes, ce qui semblerait dénoter des pyrites de fer.

Houille de Saint-Bérain. On a déjà examiné l'année dernière, la plupart des houilles de cette concession, celle-ci provient d'une couche nouvellement découverte au midi du puits des Quatre-Bras; les échantillons ont été pris à 12 mètres du jour et à 7 mètres des affleurements. On a successivement opéré sur les plus beaux morceaux, sur les plus mauvais, et enfin sur le charbon non choisi.

	N° 1. Morceaux choisis les plus beaux.	N° 2. Morceaux choisis les plus mauvais.	N° 3. Morceaux non choisis.
Matières volatiles.	30,00	25,00	29,00
Charbon......	60,00	46,88	60,65
Cendres......	10,00	28,12	10,35
	100,00	100,00	100,00

Le coke des nos 1 et 3 est brillant, un peu boursouflé; celui du n° 2 est terne, et renferme des fragments d'argile schisteuse. Les cendres des nos 1 et 2 sont rouge brique, celles du n° 3 sont grises.

Cette houille paraît donc plus pure que celle des autres couches de Saint-Bérain. Elle ne renferme pas plus de cendres que le charbon de Mont-Chanin et de la Theurée-Maillot.

Lignites d'Espagne. 1° On a examiné deux lignites qui proviennent de recherches entreprises dans les terrains tertiaires des environs de Carthagène. L'essai fut fait sur la demande de quelques personnes intéressées dans les mines de plomb de l'Andalousie.

On a trouvé pour l'un des échantillons :

Coke........	62,50	{ Cendres.. 46 / Charbon. 16,50 }
Matières volatiles.	37,50	
	100,00	

Et pour l'autre :

Coke........	56,25	{ Cendres.. 31,50 / Charbon. 24,75 }
Matières volatiles.	43,75	
	100,00	

Le coke conserve la forme du lignite; les cendres sont jaunâtres. En brûlant le lignite répand une fort mauvaise odeur et se divise en petits feuillets. Le coke du second échantillon répand l'odeur d'hydrogène sulfuré.

On voit par ces résultats que le lignite est des plus impurs; il ne paraît d'ailleurs se présenter, au moins près des affleurements, qu'en veines très-minces, inexploitables.

2° Un autre lignite nous a été remis par un verrier de Rive-de-Gier, qui désirait savoir s'il serait possible d'alimenter avec ce combustible un four à bouteilles qu'il se propose d'établir dans la Catalogne.

Il provient d'un terrain tertiaire situé à *Lérida* (Catalogne); entre les tranches de charbon, au milieu de veines très-minces de marne bitumineuse, on reconnaît quelques planorbes. Le lignite est brun, à cassure conchoïde un peu *feuilletée*; il brûle avec flamme blanche volumineuse, et en répandant l'odeur particulière à ce genre de combustible. Le coke est gris noir, nullement boursouflé, fendillé dans tous les sens, *conservant* d'ailleurs la forme du lignite brut.

Les cendres sont blanches et légères, par suite le lignite renferme peu de pyrite.

L'analyse immédiate a donné :

Matières volatiles.	53,34		
Coke.	46,66	Charbon.	38,72
		Cendres. .	7,94
	100,00		46,66

La moyenne de deux essais à la litharge a donné un poids de plomb de 18$^{gr.}$28, ce qui correspond à 4,200 calories. Le pouvoir calorifique de ce lignite est donc à peu près les $\frac{2}{3}$ de celui de la houille, et un peu inférieur à celui des lignites des Bouches-du-Rhône qui est représenté par 4,500 à 4,800 calories.

Ces résultats permettent de penser que le lignite de Lérida pourra être utilisé dans la fabri-

cation du verre, si toutefois le défaut du fendillement n'entraîne pas un engorgement continuel de la grille.

Analyse des eaux de la Loire. Cet examen a été entrepris en vue de la question agitée depuis longtemps à Saint-Étienne, de procurer à cette ville une quantité suffisante d'eau potable. L'eau a été recueillie au mois de novembre près Saint-Victor-sur-Loire (à 2 lieues de Saint-Étienne).

Les résultats rapportés à 15 litres sont :

		centilitres.
Produits gazeux.	Acide carbonique.	19,20
	Azote.	25,10
	Oxygène.	12,00
		56,30

		gr.
Produits solides.	Silice.	0,105
	Carbonate de chaux.	0,216
	Oxyde de fer.	0,027
	Sulfate de chaux. . .	0,039
	Matières organiques.	0,016
Sels alcalis.	Chlorures de sodium, calcium et magnésium.	0,105
		0,540

Ces eaux sont donc très-aérées et très-pures.

Argiles réfractaires.	N° 1.	Rapports.	N° 2.	Rapports.
Eau.	0,140	1	0,125	2
Silice.	0,535	2	0,470	4
Alumine.	0,290	1	0,400	3
Oxyde de fer.	0,010		»	
Carbonate de chaux. . . / magnésie.	0,020		0,005	
	0,995		1,000	

L'argile (n° 1) a été envoyée par M. Vial, fa-

bricant de briques réfractaires à Rive-de-Gier. On n'a aucun renseignement sur son gisement. Elle est blanche, devient rosée par la calcination, et résiste à la température des essais de fer. La chaux qu'elle renferme est dissoute par l'acide acétique. Sa composition peut être représentée par $Al\ Si^2 + Aq$.

L'argile (n° 2 provient du terrain tertiaire d'Ambert (Puy-de-Dôme). Elle est très-douce et liante, infusible au feu de forge. On l'emploie à Saint-Étienne depuis peu de temps pour fabriquer les briques réfractaires de première qualité; elle remplace avec avantage l'argile de Croupière. Sa composition peut être représentée par $Al^3\ Si^4 + Aq^2$, et se rapproche de celle de l'argile de Hesse analysée par M. Berthier.

On a encore essayé au feu de forge trois échantillons de terre réfractaire provenant des bords de la Loire, près de Balbeigny, à 6 kilomètres au nord de Feurs. Aucun n'a fondu. L'argile de deux échantillons est grasse et liante, celle du troisième est maigre et entremêlée de grains de quartz.

Minerais de fer de Saône-et-Loire.

Une série de minerais de fer de Saône-et-Loire ont été envoyés à l'École des mineurs par M. Manès, ingénieur en chef des mines.

Tous ont été essayés par voie sèche, et quelques-uns soumis à une analyse complète. Les résultats obtenus sont groupés dans le tableau ci-joint, p. 725.

ESSAI sur 10 grammes de minerai cru.	N° 1. Minerai des Perreaux.	N° 2. Minerai des Pourriots.	N° 3. Minerai des Pourriots. Résinite.	N° 4. Minerai du Moloy.	N° 5. Minerai du Moloy.	N° 6. Minerai du petit Moloy.	N° 7. Minerai du petit Moloy.	N° 8. Minerai du terrain houiller d'Épinac.	N° 10. Minerai de Chizeuil.	N° 11. Minerai hydraté de Chizeuil. Résinite.
Poids du minerai calciné ou grillé.	gr. 10	gr. 10	gr. 8,80	gr. 9,80	gr. 9,75	gr. 7,75	gr. 8	gr. 9,20	gr. 10	gr. 8,50
Poids des fondants crus. { Castine.	1	2	1	1	3	0	1	1,50	0,80	0,50
Poids des fondants crus. { Argile.	0,52	0,80	0,60	0	1	0	0	0	0,30	0
Poids des fondants calcinés. { Chaux caustique.	0,56	1,12	0,56	0,84	1,68	0	0,56	0,84	0,45	0,28
Poids des fondants calcinés. { Argile calcinée.	0,44	0,68	0,51	0	0,845	0	0	0	0,25	0
Poids des matières obtenues. { Fonte.	6,20	3,95	5	5,55	4,30	4,50	5,25	4,90	5,50	4,65
Poids des matières obtenues. { Scorie.	2,30	6,05	2,50	2,65	6,55	1,30	1	3,20	Indéterminé.	2,15
Oxygène du minerai.	2,50	1,80	2,37	2,39	1,425	1,95	2,31	1,94	Indéterm.	1,98
Gangue du minerai.	1,30	4,25	1,43	1,81	4,025	1,30	0,44	2,36	Indéterm.	1,87
Gangue insoluble :	Quartz.	Silice.	Argile et sable.	Argile.	Quartz.	Argile.	Argile et sable.	Argile.	Quartz.	»
Argile ou quartz.	0,95	3,70	1,12	1,62	3,06	Indéterm.	0,30	1,54	0	Indéterm.
Gangue soluble : bases.	0,45	0,55	0,31	0,19	0,965	Indéterm.	0,14	0,82	Indéterm.	Indéterm.
Eau du minerai.	0	0	1,20	0,20	0,25	Matières volatiles. 2,25	Matières volatiles. 2	Matières volatiles. 0,80	0	1,50

(1) Le minerai des Perreaux vient de la commune de la Petite-Verrière, à 12 kilom. au N.-O. d'Autun; il est en filon dans les porphyres. C'est un mélange de peroxyde de fer et d'oxyde magnétique à gangue quartzeuse. On s'est assuré, au moyen du procédé de M. Fuchs, que la quantité de protoxyde de fer ne s'élève pas à plus de 2 ½ p. 0/0.

La fonte est grise, un peu truitée, s'aplatissant sous le marteau, non sulfureuse.— La scorie est vert émeraude, bien transparente.

(2) Le minerai des Pourriots existe dans la même commune que le précédent, et son gisement est le même. Il est incomplétement attaqué par les acides chlorhydrique et sulfurique. On l'a soumis à l'analyse en l'attaquant par la potasse caustique.

On a trouvé :

Silice.	0,370
Peroxyde de fer.	0,586
Alumine.	0,020
Oxyde rouge de manganèse.	0,015
Traces de chaux, etc. . . .	0,009
	1,000

Composition qui correspond au silicate de peroxyde de fer. FS.

La fonte est blanche, un peu cassante et sulfureuse. La scorie est opaque, d'une teinte grise.

Le minerai (3) est de la même localité que le précédent, mais il est hydraté. La fonte est blanche, cassante, à lames miroitantes. La scorie est vert pré; transparente.

Les minerais (4 et 5) se rencontrent dans la commune de Saint-Léger-des-Bois, à 10 kilom.

au N.-E. d'Autun.— Ce sont des fragments roulés du terrain porphyrique qui appartiennent à la classe des fer oxydés rouges compactes, partiellement hydratés. La fonte des deux minerais est blanche, irisée, à gros grains, très-cassante ; celle du n. (5) a une texture cubique. On a cherché, dans ce dernier minerai, le soufre par une attaque à l'eau régale, et du sulfate de baryte dans le résidu insoluble, mais on n'a trouvé ni soufre ni sulfate de baryte.

Les minerais (6 et 7) sont des fers lithoïdes, à la base du terrain houiller, dans la commune de Saint-Léger-des-Bois. La fonte du (6) est grise, un peu truitée, non sulfureuse. Par la voie humide, on n'a trouvé dans ce minerai que des traces d'acide phosphorique. La fonte du (7) est blanche, truitée, très-tendre et irisée. L'acide chlorhydrique produit un dégagement très-sensible d'hydrogène sulfuré et phosphoré.

Le minerai (8) se rencontre en plusieurs points du terrain houiller d'Épinac. — C'est un minerai carbonaté en rognons arrondis.—Fonte grise assez *douce*, s'aplatissant un peu sous le marteau. La scorie est transparente et ressemble à du verre.

(10). Fer oligiste de Chizeuil, commune de Naudy, à 12 kilom. de Digoin.— Ce minerai est riche, et à gangue quartzeuse; il contient 0,04 de soufre. La fonte est très-cassante.

Le minerai (11) est hydraté; il se rencontre dans la même localité que le précédent et donne également une fonte très-sulfureuse et cassante, offrant une structure cubique et quelques teintes irisées.

V° *Essais de quelques minerais de fer de localités diverses.*

ESSAI sur 10 grammes de minerai cru.		N° 1. Minerai du dép.t de l'Allier.	N° 2. Minerai de fer de Porto (Portugal).	N° 3. Minerai hydraté de Porto.	N° 4. Hématite brune de Porto.	N° 5. Hématite brune de Porto.	N° 6. Minerai en grains de Saône-et-Loire.	N° 7. Minerai du Puy-de-Dôme.	N° 8. Minerai de Doizieux (Loire).	N° 9. Minerai des environs de Privas.
Poids du minerai calciné ou grillé		gr. 9,60	gr. 9	gr. 9,25	gr. 8,33	gr. 8,80	gr. 8,95	gr. 8,43	gr. 9,10	gr. 9,80
Poids des fondants crus.	Castine	1	1,50	2,75	0,20	1	2	0,50	6,50	3
	Argile	0	1	0,85	0	0	0	0	1,70	0
Poids des fondants calcinés	Chaux caustique	0,56	0,84	1,54	0,11	0,56	1,12	0,28	3,64	1,68
	Argile calcinée	0	0,845	0,72	0	0	0	0	1,44	0
Poids des matières obtenues	Fonte	6	4,30	4,70	5,60	4,90	4	5,45	2,36	3,50
	Scorie	1,70	4,485	4,86	0,41	Indéterm.	4,30	1,05	11,14	6,38
Oxygène du minerai		2,46	1,90	1,95	2,43	Indéterm.	1,77	2,21	0,68	1,60
Gangues insolubles.	Argile	0	0	Quartz et argile.	0,07	1,40	2,87	0,55	0	4,60
	Quartz	0,80	2,50	2,50	0	0	0	0	5,40	0
Gangues solubles : bases		0,34	0,30	0,10	0,23	Indéterm.	0,31	0,22	0,66	0,10
Eau du minerai		0,40	1	0,75	1,07	1,20	1,05	1,57	0,90	0,20

Le minerai (1) est un hydroxyde concrétionné d'un rouge brun avec reflets métalliques. Il a été essayé sur la demande d'un directeur de mines des environs de Saint-Étienne. La fonte est truitée, s'aplatit bien sous le marteau, n'est point sulfureuse; scorie vitreuse, transparente.

Les minerais (2 à 5) ont été envoyés à l'École par un fondeur de Lisbonne; non loin de là se trouve un terrain à anthracite que l'on se propose d'exploiter pour tenter la fusion des minerais. Le premier (2) est un minerai en roche compacte, brun, à cassure un peu esquilleuse, traversé par des veinules de quartz. La fonte est blanche, légèrement sulfureuse, s'aplatissant peu sous le marteau. La scorie est vitreuse et violacée, ce qui dénote la présence du manganèse. Le soufre s'y trouve en très-petite quantité.

Le (3) est un minerai hydraté en roche, d'un rouge brun foncé, ressemblant à certains échantillons de la Voûlte. La fonte est truitée, elle se gerce sous le marteau, contient plus de soufre que celle du (2).

Le minerai (4) est une hématite brune, brillante dans sa cassure, recouverte d'une partie ocreuse. Fonte blanche un peu truitée, légèrement sulfureuse.

Le minerai (5) paraît être un minerai houiller, transformé en oxyde hydraté par l'influence atmosphérique. La fonte est blanche et cassante; la scorie violacée. L'analyse par voie humide a donné pour sa composition :

Argile.	0,140	Silice. . .	0,100
		Alumine.	0,040
Oxyde de fer.	0,660		
Alumine.	0,010		
Oxyde de manganèse.	0,020		
Chaux.	0,026		
Magnésie.	traces.		
Acide phosphorique.	0,015		
Matières volatiles. . .	0,120		
	0,991		

Le minerai (6) est hydraté et à gros grains irréguliers. Il a été remis à l'École par M. *Saint-Cyr*, ancien notaire de Saint-Étienne, qui l'a trouvé dans ses propriétés de Saône-et-Loire. Fonte truitée, très-douce, scorie bien vitrifiée, incolore et transparente.

Le minerai (7) a été essayé sur la demande de M. Dugas, maître de forge à Saint-Chamond. Ce minerai est concrétionné, jaune rougeâtre, très-hydraté. La fonte est à grandes lames *miroitantes*, très-sulfureuse et cassante. La scorie d'un blanc opaque exhalait l'odeur d'hydrogène sulfuré. Le minerai doit donc être très-sulfureux, et, d'après la texture de la fonte, il est à présumer qu'il contient aussi de l'acide phosphorique.

Le minerai (8) fut essayé, sur la demande de M. Ardaillon, propriétaire de hauts-fourneaux, près de Saint-Chamond.—C'est un schiste micacé ferrugineux, pauvre, que l'on rencontre au pied du Pilas. La fonte est blanche, cassante, un peu sulfureuse.

Le minerai (9) est traité depuis peu de temps dans les hauts-fourneaux de l'Orme. Son gisement est le même que celui de la Voûlte. C'est un minerai oxydé en roche compacte. Le minerai pa-

rait avoir en moyenne une richesse supérieure à celle de l'échantillon examiné. La fonte obtenue est grise, un peu truitée, très-légèrement sulfureuse.

On a essayé encore divers autres minerais de fer, et en particulier une série de minerais houillers du bassin de Doyet (Allier). Les derniers sont tous fort pauvres et n'offrent ainsi aucun intérêt.

Dosage du phosphore dans divers échantillons du minerai de fer de la Verpillière (Isère). Vers la partie nord-ouest du département de l'Isère, on a trouvé dans l'étage jurassique inférieur, une couche de minerai oolitique calcaire tout à fait semblable à celui de Villebois et du Buget (Ain). Il se présente sous forme de grains ronds très-petits, bruns ou rouges, empâtés dans une marne ferrugineuse. On y trouve beaucoup de fossiles, en particulier des bélemnites et des ammonites. Le minerai de la Verpillière doit être fondu de concert avec des minerais de la Haute-Saône dans le haut-fourneau que l'on construit à la Mulatière, près de Lyon, et le phosphore a été recherché sur la demande des propriétaires de cette nouvelle usine.

Les trois échantillons examinés ont donné :

	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Résidu insoluble argileux.	0,09	0,095	0,160
Acide phosphorique. . . .	0,013	0,012	0,009

Analyse d'une fonte. En traitant aux hauts-fourneaux de l'Orme des minerais très-siliceux, on obtint une fonte grise, impropre au moulage, et donnant de fort mauvais fers. Elle est tendre, très-cassante, et présente suivant certaines directions des reflets blanchâtres, qui indiquent une

certaine tendance vers une structure cristalline à très-larges lames. L'analyse a été entreprise d'après le vœu de M. Ardaillon ;

On a trouvé :

Silicium.	0,0584
Soufre.	0,0025
Phosphore.	0,0048
Graphite.	0,0100
	0.0757

On a constaté l'absence de l'arsenic en appliquant les méthodes de Wöhler et de Marsh.

Il est très-probable que la mauvaise qualité de la fonte est due à la très-forte proportion du silicium.

RÉSULTATS PRINCIPAUX

Des expériences faites dans le laboratoire de Périgueux pendant l'année 1841.

Par M. BOUDOUSQUIÉ, Ingénieur des mines.

1° *Analyse des minerais traités dans la forge catalane de Ratis (Lot-et-Garonne), et d'une scorie provenant desdits minerais.* — Frappé du travail peu avantageux de la forge catalane de Ratis, dans lequel le minerai grillé ne rend pas plus de 18 à 20 pour 100, avec consommation de quatre parties de charbons pour une de métal, j'ai cherché par la comparaison du minerai, avec celle des scories, à me rendre compte de ce faible rendement et à reconnaître s'il doit être

attribué à un vice dans le mode de traitement pratiqué, ou s'il est la conséquence des matières employées.

A cet effet j'ai soumis à l'analyse : 1° Une scorie provenant du milieu de l'opération; 2° Le minerai grillé qui est l'objet du traitement et qui se compose, par parties égales, de fragments de la grosseur d'une noix, et de *greillade*, ou mine en poussière.

La greillade étant formée des déchets du cassage à la main et des poussières qui sortent du four à griller, doit réunir, comme on voit, toutes les matières terreuses qui souillent le minerai avant le grillage, et est moins riche que les fragments. C'est ce qui a engagé à analyser séparément le minerai en morceaux et la greillade.

Scorie. — Sa couleur est le gris bleuâtre. Elle est compacte, légèrement striée, et à peine bulleuse; elle fait gelée avec les acides. On l'a trouvée composé de :

Silice.	24,20
Protoxyde de fer. .	68,40
Oxyde de manganèse.	0,40
Chaux.	0,80
Magnésie.	1,20
Alumine.	4,40
	99,40

Ces nombres présentent la composition ordinaire des scories, les bases ont une fois et demie autant d'oxygène que la silice.

2° *Minerai grillé en fragments.* — Les fragments de ce minerai grillé sont rouges à la surface et ont une cassure noire grisâtre. Leur tex-

ture est en général feuilletée : cependant on remarque des morceaux compactes avec des grains de quarz ; ils proviennent des hydroxydes géodiques, de la formation tertiaire des environs de Tumel.

Pour avoir la composition moyenne des morceaux qui entrent dans la charge, on a pris plusieurs poignées dans diverses parties du tas prêt à être chargé, 30 kilogrammes environ, sur lesquels, après les avoir mélangés, on a pris 10 kilogrammes, qui ont été réduits en poussière fine. Une partie de cette poussière a été emportée pour être analysée.

Le grillage, sans expulser toute l'eau du minerai, l'amène en partie à l'état de protoxyde, ce qu'on constate au moyen du barreau aimanté, et ce qu'indique la couleur rouge foncé de la poussière. Comme il importait peu de déterminer les proportions de protoxyde et de peroxyde, après avoir calciné la matière pour chasser l'eau, on l'a soumise à un grillage prolongé, afin d'amener tout le fer au degré d'oxydation auquel il a été dosé.

On a trouvé dans le minerai en fragments.

Peroxyde de fer. . . .	79,00
Eau.	1,40
Silice.	13,40
Alumine.	3,60
Magnésie.	2,40
	99,80

3° *Greillarde* ou *mine en poussière*.—Elle a été trouvée contenir sur 100 parties :

Peroxyde de fer.	70,50
Eau et matières volatiles.	2,70
Silice.	19,20
Alumine.	4,50
Magnésie.	2,80
Chaux.	traces.
	99,70

La moyenne des nombres des deux dernières analyses donne la composition du minerai tel qu'il entre dans la charge; mais sans qu'il soit nécessaire de présenter ces chiffres moyens, on voit aisément que la forte proportion de silice par rapport aux bases, autres que l'oxyde de fer, doit nécessairement entraîner pour sa fusion une forte portion de ce dernier, et que cette portion, fût-elle moindre que celle qui résulte de la composition de la scorie, il ne peut rester qu'une faible partie d'oxyde libre et propre à être converti en fer. Il y aurait avantage à mieux trier le minerai, et surtout à rejeter les poussières qui proviennent du four à griller.

4° *Analyse d'un minerai de fer hydraté recueilli à la surface du sol sur la commune de Saint-Laurent-sur-Mans, canton de Périgueux.* — Ce minerai de fer de couleur brune est criblé de cavités remplies d'argile rouge et jaunâtre, et de grains de quarz. La partie d'hydrate qui forme la paroi des cavités est à l'état d'hématite fibreuse sur une épaisseur de un à deux millimètres; le reste est compacte terreux.

Quelques motifs ayant fait penser à M. l'ingénieur en chef Marrot, que ce minerai pouvait contenir de l'acide phosphorique, l'analyse qu'on en a fait a eu pour but la recherche de cet acide qu'on n'a pas trouvé.

Sa composition a été reconnue comme suit :

Peroxyde de fer. .	42,80
Eau.	10,00
Silice.	36,20
Alumine.	9,20
Magnésie.	1,20
Manganèse. . . .	traces.
	99,40

JURISPRUDENCE DES MINES;

Par M. DE CHEPPE, maître des requêtes, chef de la division des mines.

MINES. — PROPRIÉTÉ DES PRODUITS EXTRAITS. — CONFLIT.

Il n'appartient qu'à l'administration de donner une destination aux produits des recherches de mines. — La circonstance qu'un gardien judiciaire a été anciennement commis par suite de débats entre plusieurs concurrents, ne fait point obstacle à ce que l'administration dispose de ces produits.

La société dite des mines de Bully et Fragny-sur-Loire a été autorisée par ordonnance royale du 19 septembre 1840, à poursuivre des travaux de recherches et de reconnaissance dans la commune de Bully.

Une décision du ministre des travaux publics, du 5 octobre suivant, lui a permis de vendre les produits de ses recherches.

Cette permission a été bornée à la houille qui pourrait provenir des travaux que la compagnie allait entreprendre en vertu de l'ordonnance. Quant aux charbons déjà extraits et résultant des explorations antérieures, on remit à statuer ultérieurement à cet égard.

Ces charbons avaient été l'objet de contestations. Un jugement du tribunal de Roanne avait ordonné un séquestre. Il convenait de n'en disposer qu'après une nouvelle instruction et par une décision spéciale.

C'était à l'administration à donner une destination à ces produits, ainsi qu'elle l'avait fait pour les nouveaux charbons à extraire; car il n'appartient qu'à l'autorité administrative de permettre de disposer des minerais extraits quand il n'y a pas encore de concession. Mais pendant que la compagnie de Bully était en instance pour obtenir une nouvelle permission, le tribunal de Roanne avait attribué à M. de l'Espine, propriétaire du sol, les charbons en litige.

Sur l'appel, le préfet de la Loire éleva le conflit d'attributions, et son arrêté fut confirmé par ordonnance royale du 16 avril 1841, en tant qu'il revendiquait pour l'administration le droit de disposer des houilles dont il s'agit. Nous avons rendu compte de cette affaire et exposé les considérations qui ont motivé la décision (1).

Rien ne devait plus mettre obstacle à ce que l'autorité administrative prononçât sur la disposition de ces charbons. L'ordonnance du 16 avril avait assigné à chaque pouvoir sa compétence : elle avait renvoyé aux tribunaux l'appréciation des voies de fait dont se plaignait le propriétaire du sol, des dommages et intérêts qu'il réclamait, et à l'administration la décision à prendre relativement aux produits des recherches et au règlement des droits des propriétaires de la surface sur ces produits. Chaque juridiction devait maintenant s'exercer dans sa sphère.

La demande de la compagnie de Bully ayant été complétement instruite, et les propriétaires entendus ou appelés à fournir leurs observations, une décision du ministre des travaux publics, du 16 août 1841, a autorisé cette compagnie à vendre les charbons provenant des recherches qu'elle avait exécutées antérieurement à l'ordonnance du 19 septembre 1840. La rétribution des propriétaires du sol a été déterminée, par cette même décision, au vingtième du produit brut, en nature ou en argent, ainsi que cela avait été fixé par ladite ordonnance du 19 septembre, pour la houille à extraire.

La compagnie a usé de cette permission en faisant enlever les charbons qui existaient sur le carreau de la mine.

Le gardien judiciaire qui avait été conservé par le tribunal de Roanne a porté plainte en détournement des objets séquestrés, et M. de l'Espine est intervenu comme partie civile.

C'était remettre en question ce qui avait été souverainement jugé par l'ordonnance du 16 avril 1841. Cette ordonnance avait évoqué à l'administration la connaissance de tout ce qui concernait la propriété de ces charbons, et déclaré non avenus les jugements et arrêts précédents, et notamment le jugement du tribunal de Roanne, relatif au séquestre. Par là, les tribunaux se trouvaient complétement dessaisis de cette partie du litige. La décision du 16

(1) *Annales des mines*, 3e série, tome XX, p. 637.

août 1841, qui autorisait la compagnie de Bully à disposer desdits produits, était l'exécution de cet acte souverain. Le séquestre judiciaire n'existait plus, par conséquent, puisque l'autorité compétente avait statué sur la propriété de l'objet litigieux. Aux termes de la loi civile, le séquestre n'est qu'un dépôt d'une chose contentieuse, fait entre les mains d'un tiers qui est chargé de la conserver pour la remettre ensuite à qui elle appartient. Il cesse de plein droit avec le procès qui y a donné lieu, et le gardien est tenu, lorsque la contestation est terminée, de rendre la chose séquestrée à la partie qui l'a obtenue. Dans tous les cas, il ne pouvait appartenir qu'à l'administration, s'il y avait discussion, de prononcer sur les effets, tant de l'ordonnance du 16 avril 1841, que de la décision ministérielle du 16 août suivant; l'action intentée à la compagnie de Bully se trouvait nécessairement subordonnée à cette question préjudicielle, qui rentrait exclusivement dans les attributions du pouvoir administratif.

Le préfet de la Loire a, en conséquence, été chargé de proposer devant le tribunal de Roanne l'exception d'incompétence.

Le tribunal a cru néanmoins devoir retenir la cause et passer au jugement du fond.

Le préfet a élevé le conflit. Son arrêté a été confirmé par ordonnance royale du 30 mars 1842, dont les considérants contiennent en substance les motifs ci-dessus indiqués (1).

Mines — Règlement des droits des propriétaires du sol. — Compétence. — Conflit.

I. *Au gouvernement seul appartient de concéder l'exploitation des mines, et par conséquent de régler les droits des propriétaires de la surface sur les produits de l'exploitation, même quand ces produits sont le résultat de travaux antérieurs à la concession et non autorisés.*

II. *Un conflit d'attributions peut être élevé tant qu'il*

(1) Voir ci-après cette ordonnance, page 809.

n'est point intervenu de jugement définitif sur le fond de la contestation.

Nous avons fait connaître les discussions auxquelles a donné lieu le décret du 1er juillet 1809, qui a concédé à M. de Castellane et à madame de Cabre, des mines de houille, dans les communes de Gréasque et de Belcodène, département des Bouches-du-Rhône (1).

L'art. 1er de ce décret portait qu'il était fait concession aux impétrants, des mines existantes dans leurs propriétés, et l'article 2 avait compris, dans le périmètre de la concession, avec les terrains des concessionnaires, des terrains appartenant à des tiers.

On soutenait, d'une part, que c'était à l'article 2 que l'on devait se référer; que ses dispositions indiquaient que la mention énoncée en l'art. 1er ne pouvait qu'être le résultat d'une erreur. D'autre part, au contraire, on invoquait cet article 1er comme étant celui qui exprimait réellement l'intention et l'objet du décret.

L'administration avait soutenu la première de ces deux opinions. Elle avait rappelé que le périmètre résultant de l'art. 1er était la conséquence d'une étude spéciale et approfondie, par les ingénieurs des mines chargés d'examiner, en 1809 et antérieurement, quelle serait *la meilleure* division à faire du sol concessible; elle remarquait que ce périmètre était conforme à la nature du gîte et à une bonne exploitation. Nonobstant ces observations on a considéré que la concession ayant été faite sous l'empire de la loi du 28 juillet 1791, d'après laquelle des droits particuliers étaient reconnus aux propriétaires du sol, les énonciations du décret de 1809 devaient s'entendre dans un sens restrictif, c'est-à-dire, comme ayant borné la concession aux seules mines existantes dans les propriétés de M. de Castellane et de madame de Cabre; et une ordonnance royale du 25 avril 1839 a décidé en ce sens.

Les héritiers Coulomb, qui possédaient des terrains dans l'enceinte du périmètre défini par l'art. 2 du décret, ont actionné M. de Castellane devant le tribunal civil de Marseille, en réparation des préjudices qu'ils ont prétendu leur avoir été causés par les travaux de recherches

(1) *Annales des mines*, 3e série, tome XV, p. 656.

ou d'exploitation faits antérieurement à l'ordonnance du 25 avril 1839.

Le tribunal, par un jugement interlocutoire du 29 novembre 1839, qui a été confirmé par la cour royale d'Aix, le 4 février 1840, a déclaré que les héritiers Coulomb avaient droit à une indemnité; mais, avant d'en fixer le chiffre, il a ordonné une expertise, en allouant seulement, par provision, aux sieurs Coulomb, une somme de 6,000 francs.

L'administration, considérant qu'il y avait là des questions dont il lui appartenait de connaître, a chargé le préfet de proposer le déclinatoire, en ce qui était de la compétence de l'autorité administrative.

En effet, la demande des héritiers Coulomb renfermait deux chefs distincts : ils réclamaient des dommages et intérêts, à raison des travaux portés sur leurs propriétés, et une indemnité pour la houille qui avait été extraite.

L'appréciation des dommages occasionnés par les fouillles était du ressort des tribunaux; mais la question d'indemnité sur les produits de la mine, rentrait exclusivement dans la compétence de l'administration.

Le préfet a, en conséquence, revendiqué cette seconde partie du litige.

Le déclinatoire ayant été rejeté, il a pris un arrêté de conflit.

Il était temps encore, pour l'administration, d'opposer devant le tribunal l'exception d'incompétence, puisqu'il n'existait point dans la cause de jugement ou d'arrêt *définitif sur le fond* (1).

Si la sentence qui ordonnait l'expertise, déclarait les héritiers Coulomb en droit de réclamer des indemnités, il restait à en fixer la nature et la valeur. Les parties avaient à se représenter devant les mêmes juges pour vider leurs contestations. Cette sentence n'était donc point un jugement qui eût décidé définitivement le procès.

Quand l'article 4 de l'ordonnance réglementaire du 1er juin 1828 a disposé qu'il ne pouvait être élevé de

(1) C'était une question fort grave de savoir si le conflit pouvait être élevé. M. Vivien a résolu cette question affirmativement dans une consultation où l'on retrouve l'expérience et le talent qui ont jeté de si vives lumières dans les discussions du conseil d'État. Nous reproduisons ici quelques passages de cette consultation, heureux de pouvoir nous appuyer d'une pareille autorité.

conflits après des jugements rendus en dernier ressort ou des arrêts définitifs, il a entendu des jugements ou arrêts qui terminent l'instance, et après lesquels il y a, sur tous les points, force de chose jugée, et non de ceux *qui*, bien que définitifs quant à leur objet, n'ont pas néanmoins vidé le litige.

Tant que les tribunaux sont encore saisis d'une affaire, l'instance est encore pendante; et les règles qui déterminent les attributions des pouvoirs tenant aux bases mêmes de l'ordre social, il importe que l'autorité compétente puisse s'interposer en tout état de cause, *tant qu'il* n'est point intervenu de décision complète et définitive.

On allait même plus loin anciennement : on admettait des conflits après des jugements et arrêts sur *le fond*, pourvu qu'ils n'eussent pas encore acquis l'autorité de la chose jugée. L'ordonnance de 1828 a modifié à cet égard les règlements antérieurs qui excitaient de justes réclamations; elle a interdit le conflit quand un procès aurait été vidé, et c'est ce que l'art. 4 a entendu exprimer. Mais elle n'a fixé aucune époque pour élever le conflit pendant la durée de l'instance, voulant avec raison que le droit de revendiquer la contestation subsistât tout le temps que durerait lui-même le procès.

C'est ainsi, par exemple, qu'il a été plusieurs fois décidé qu'après que des questions de formes, des difficultés relatives à la qualité des parties avaient été résolues définitivement, le conflit pouvait encore être élevé; et qu'il pouvait l'être même alors que l'autorité judiciaire, sur les conclusions des demandeurs, se serait formellement déclarée compétente par un jugement ou arrêt en dernier ressort.

Une ordonnance du 22 mai 1840 a admis un conflit dans une instance où le tribunal, comme dans l'espèce actuelle, avait rendu un *avant faire droit*, attendu que par ce jugement il ne s'était point dessaisi de la contestation.

Une autre ordonnance du 23 avril précédent, offrait une analogie frappante avec l'affaire qui nous occupe. Une sentence de juge de paix avait condamné des ouvriers employés dans des travaux publics, à payer à des tiers des indemnités qui seraient fixées par experts, pour raison de dégradations qu'ils étaient accusés d'avoir commises. Il y eut appel, et devant le tribunal supérieur on contestait la validité de cet appel, comme n'ayant pas été formé dans

le délai légal. Un conflit fut élevé. Le conseil d'état, sans s'arrêter à la question de savoir si l'appel avait été introduit en temps utile, confirma le conflit. La sentence attaquée prononçait pourtant une condamnation; mais on a considéré que l'instance était encore ouverte dès lors que le montant de l'indemnité n'avait pas été fixé et qu'une expertise était prescrite.

De même ici, le tribunal de Marseille avait déclaré que les héritiers Coulomb étaient en droit de répéter des dommages et intérêts. Mais il ne les avait point déterminés; il commettait des experts pour être ensuite statué sur leurs rapports. Il restait à décider, après ces vérifications, quelles seraient les indemnités dues, si l'on en adjugerait pour les houilles extraites, ou seulement pour dégâts causés à la propriété, etc. L'instance demeurait donc pendante, les débats étaient encore ouverts. Le payement fait par M. de Castellane, des 6,000 fr. accordés par provision n'était point un acquiescement au jugement, mais simplement l'exécution d'une chose à laquelle il ne pouvait se soustraire. Et d'ailleurs, quand bien même il y eût eu de sa part un acquiescement formel, cela n'aurait point empêché l'ordre des juridictions de suivre son cours; car, tout ce qui tient aux questions d'attributions, aux règles de la compétence, est d'intérêt public, et il ne saurait être au pouvoir des particuliers d'y déroger. Par conséquent, de toute manière, le conflit pouvait être élevé utilement.

Il n'était pas moins régulier quant au fond.

S'il appartient à l'autorité judiciaire de prononcer sur des indemnités résultant de dégâts ou de voies de fait commis dans une exploitation, il ne saurait aucunement lui appartenir de statuer sur le règlement de l'indemnité à raison du produit des mines.

De ce qu'il a été décidé par l'ordonnance du 25 avril 1839, que M. de Castellane n'est point titulaire des mines situées en dehors de ses propriétés, il ne s'ensuit nullement que ces gîtes aient, à aucune époque, appartenu aux héritiers Coulomb ou aux autres propriétaires de la surface. La disposition des mines n'a pu, dans tous les temps, résulter que d'un acte de concession.

La loi de 1791, sous l'empire de laquelle a été faite la concession de Gréasque et Belcodène, donnait, il est vrai, la préférence aux propriétaires du sol, si d'ailleurs ils réunis-

saient les conditions requises. Mais ces propriétaires ne l'étaient pas de plein droit des mines existant sous leurs terrains. Ils se trouvaient obligés comme tous autres de se pourvoir pour obtenir une concession ; ils ne pouvaient exploiter qu'autant que cette concession leur était faite. Et, à la différence même de la loi du 21 avril 1810, qui leur assure une indemnité sur les produits des mines concédées, celle de 1791 ne leur en accordait, quand ils ne devenaient pas concessionnaires eux-mêmes, que pour les non-jouissance et dégâts occasionnés dans leurs propriétés par l'exploitation.

D'après la loi du 21 avril 1810, c'est le gouvernement qui concède les mines, qui règle les droits des propriétaires de la surface. Il est juge des motifs ou considérations d'après lesquels la préférence doit être accordée aux divers demandeurs, qu'ils soient propriétaires du sol, inventeurs ou autres. Tout est ici administratif et en dehors de la compétence de l'autorité judiciaire.

Il en résulte, qu'à l'administration seule il appartient de donner une destination aux produits des mines, même quand ces produits proviendraient de travaux antérieurs à la concession et non encore autorisés ; la propriété des mines, nous devons le répéter, ne peut résulter que *de la concession qui en est faite par le gouvernement. Il* n'appartient qu'à lui de régler les droits des propriétaires de la surface sur les produits de l'exploitation, quelles que soient les circonstances dans lesquelles ces produits aient été ou doivent être obtenus. Et nous *ajouterons*, avec M. Vivien, qu'on ne pourrait considérer *les charbons* extraits d'une mine comme la propriété du possesseur de la surface, et les extractions comme pouvant, de sa part, donner lieu à un recours devant l'autorité judiciaire, sans bouleverser la législation sur les mines, et sans exposer cette partie de la richesse publique à un désordre dont il serait impossible de mesurer les conséquences (1).

---

(1) L'arrêt de la chambre des requêtes de la cour de cassation, du 1er février 1841, en n'admettant pas le pourvoi qui était formé contre l'arrêt de la cour royale d'Aix (lequel n'a pas été considéré comme ayant statué définitivement et comme faisant obstacle au conflit), a énoncé sur la propriété des mines des principes qui sont en opposition avec ceux que l'administration a constamment défendus. On y lit que les mines ne forment une propriété distincte

Aussi l'ordonnance du 16 avril 1841, intervenue dans l'affaire des mines de Bully, dont nous avons rendu compte à cette époque (1), avait déjà consacré de la manière la plus formelle le principe que nous venons de rappeler. Là aussi des propriétaires du sol réclamaient des indemnités pour les minerais extraits de leurs terrains antérieurement à la permission qui avait autorisé les re-

---

par *elles-mêmes* que lorsqu'elles sont séparées du sol, ce qui ne peut s'opérer que par la concession qu'en fait le gouvernement; qu'alors le dessus et le dessous forment deux propriétés différentes; la *mine*, qui appartient exclusivement au concessionnaire, et le sol *supérieur*, qui ne tenant plus à la mine peut appartenir à tout autre; que jusqu'à ce que l'acte du gouvernement qui opère cette division soit intervenu, les choses restent soumises au droit commun, suivant lequel (art. 552 du Code civil) la propriété du sol emporte la propriété du dessus et du dessous, etc.

La cour de cassation a proclamé des principes tout différents dans un arrêt du 8 août 1839, qui est bien plus conforme à la législation des mines. Voici les considérants de cet arrêt :

« Attendu que la propriété des mines dérive de la concession qui en est faite par l'autorité publique;

» Que cette matière a pour règle les lois qui la régissent, et non l'article 552 du Code civil, qui d'ailleurs renvoie lui-même à ces lois;

» Qu'il n'y a pas lieu, à raison de la concession de la mine, d'agir par expropriation contre le propriétaire de la surface, ni par conséquent à l'indemnité préalable à son égard;

» Qu'il ne lui est attribué par la loi du 21 avril 1810 qu'une redevance proportionnelle en argent portant sur le produit de la mine, et qui est réglée par l'administration;

» Qu'aucune préférence n'est même attribuée par cette loi au propriétaire de la surface;

» Qu'au cas où la concession est faite à son profit, elle crée pour lui-même une propriété distincte et nouvelle, sur laquelle peuvent être assises des hypothèques également distinctes et nouvelles;

» Que toute exploitation de la mine, avant d'en avoir obtenu la concession, est spécialement prohibée sur son terrain au propriétaire de la surface, et n'est de sa part qu'un acte punissable de peines correctionnelles;

» Qu'il résulte clairement de toutes ces dispositions de la loi du 21 avril 1810, que la propriété de la surface ne confère par elle-même aucun droit privatif et direct sur les mines, et par suite sur les substances qui les composent. »

Par ces motifs et d'autres qui se rapportent plus spécialement à la cause dont la cour de cassation était saisie, elle a annulé un arrêt de la cour royale de Besançon, du 21 juillet 1836. (Voir *Annales des mines*, 3e série, tome XVI, page 702.)

(1) *Annales des mines*, 3e série, tome XX, page 637.

cherches, et des dédommagements pour les voies de fait commises. L'ordonnance a distingué ce qui devait l'être. Elle a renvoyé aux tribunaux l'appréciation des indemnités qui pouvaient résulter de ces voies de fait, et à l'autorité administrative la décision des questions relatives à la disposition des produits.

Il en devait être pareillement ici. Il y avait eu concession faite régulièrement au comte de Castellane. Après plus de trente ans d'une possession légale et défendue par l'administration elle-même contre des attaques de diverses natures, le titre qui instituait cette concession a été interprété d'une manière opposée à l'opinion que M. de Castellane et l'administration avaient soutenue. Par cette décision, souveraine le concessionnaire s'est vu privé d'une grande partie des droits qu'il croyait résulter de cet ancien titre. Il n'y avait point a revenir sur la chose jugée. La concession ne peut s'étendre, en l'état des choses, au delà de ce que l'a faite cette décision. Mais maintenant peut-il, à raison de l'exploitation qui aurait eu lieu antérieurement dans les parties aujourd'hui détachées du périmètre primitif, être accordé aux propriétaires du sol des indemnités plus ou moins considérables, relatives aux produits obtenus? Cette question ne saurait en rien concerner les tribunaux; elle est exclusivement du ressort de l'autorité administrative.

Ainsi, et en la forme et au fond, l'arrêté de conflit du préfet des Bouches-du-Rhône était parfaitement régulier.

C'est ce qui a été décidé par ordonnance royale du 9 juin 1842, laquelle a confirmé cet arrêté et déclaré non avenues les conclusions prises par les héritiers Coulomb, ensemble les jugements intervenus dans la cause, en tant qu'ils se référaient au règlement des droits desdits héritiers sur le produit des mines dont il s'agit (1).

MINES. — INDEMNITÉS DES PROPRIÉTAIRES DU SOL POUR RECHERCHES DE MINES OU TRAVAUX D'EXPLOITATION OPÉRÉS PAR DES EXPLORATEURS OU CONCESSIONNAIRES.

Les conseils de préfecture appelés à régler ces

---

(1) Voir cette ordonnance ci-après, page 826.

indemnités ne sont pas tenus de suivre l'estimation des experts. Il leur appartient de fixer le prix du terrain selon ce qui leur paraît le plus équitable.

La compagnie concessionnaire des mines de houille de Blanzy, ayant fait creuser un nouveau puits d'exploitation dans sa concession, a eu besoin de divers terrains environnants pour établir des machines, des magasins, et pour communiquer de ce nouveau puits au chemin de fer qui aboutit au canal du Centre.

Elle a traité de gré à gré avec les propriétaires ; mais l'un d'eux a refusé d'entrer en arrangement.

La compagnie a présenté alors une demande au préfet, tendant à ce qu'il fût fait application des articles 43 et 44 de la loi du 21 avril 1810.

D'après ces articles, les explorateurs ou concessionnaires de mines peuvent être mis en possession des terrains qui leur sont nécessaires, à charge de payer une indemnité aux propriétaires. Cette indemnité est réglée au double de ce qu'aurait produit le terrain, si, les travaux n'étant que passagers, il peut être remis en culture au bout d'un an ; et lorsque les travaux durent plus d'une année ou que le terrain n'est plus propre à la culture, le propriétaire peut exiger qu'on le lui achète et qu'on le lui paye le double de sa valeur. Dans tous les cas, le règlement de l'indemnité ou l'évaluation du prix d'acquisition doit avoir lieu conformément à ce qui est indiqué au titre XI de la loi du 16 septembre 1807, c'est-à-dire par le conseil de préfecture après expertise (1).

Sur la demande de la compagnie de Blanzy, qui a déclaré avoir besoin d'occuper le terrain pendant dix années, un arrêté du conseil de préfecture de Saône-et-Loire, du 29 novembre 1839, a nommé un expert pour procéder d'office, avec l'expert de cette société, à l'évaluation de l'indemnité qui serait due au propriétaire.

(1) Il a été reconnu que le mode prescrit par le dernier paragraphe de l'article 44 de la loi du 21 avril 1810 s'appliquait au règlement de l'indemnité pour occupation temporaire, comme à la fixation du prix du terrain quand le propriétaire en réclame l'acquisition. (Voir l'arrêté ministériel du 7 octobre 1837 et la circulaire du 5 novembre suivant, *Annales des mines*, 3e série, tome XII, page 632.)

Les experts ont estimé cette pièce de terre, dont la contenance était de seize ares quatre-vingt-deux centiares, sur le pied d'un revenu de 1 fr. 25 cent. l'are, lequel revenu devant être porté au double, conformément à l'art. 43 de la loi, déterminerait l'indemnité à payer annuellement pendant la durée de l'occupation, à 2 fr. 50 c. l'are.

Le propriétaire a annoncé que puisque l'occupation devait être de dix années, il exigeait l'achat de son terrain, ainsi qu'il en avait le droit, aux termes de l'art. 44.

Les mêmes experts ont été chargés de procéder à l'évaluation du fonds. Ils l'ont estimé en capital, à 12 fr. l'are, ce qui supposait au terrain une valeur beaucoup moindre que dans la première estimation.

Le conseil de préfecture, considérant que cette différence n'était point motivée, et que le résultat en serait trop défavorable au propriétaire, a, par un arrêté du 7 août 1840, fixé le prix du terrain à 31 fr. 25 c. l'are, en calculant le capital à raison d'un revenu de 4 p. 0/0; puis il l'a porté au double suivant la loi : soit 62 fr. 50 c.

La compagnie de Blanzy a attaqué devant le conseil d'état cette décision. Elle a soutenu que le conseil de préfecture, en fixant lui-même le prix du terrain, au lieu de s'en tenir au rapport des experts, avait commis un excès de pouvoir. « Lorsque les experts, disait-elle, se sont conformés aux » prescriptions de la loi dans l'accomplissement de leur » mandat, l'évaluation qu'ils ont faite dans leur âme et » conscience devient la loi des parties. Le conseil de pré- » fecture, qui n'a pas reçu mission d'apprécier lui-même » le terrain occupé, doit se borner à vérifier si l'expertise » est régulière en la forme. Tout au plus aurait-il pu » ordonner une contre-expertise s'il ne se trouvait pas » suffisamment éclairé; mais n'ayant pas jugé nécessaire » de recourir à ce supplément d'instruction, il ne pouvait » lui être permis de laisser de côté une opération régulière » non suspecte, pour substituer à l'évaluation légale une » estimation arbitraire. »

Cette requête a été communiquée au ministre des travaux publics. Il lui a paru qu'elle n'était point fondée, et il a conclu à son rejet.

D'après les articles 43 et 44 de la loi du 21 avril 1810, les évaluations du prix des terrains dont l'occupation est nécessaire aux travaux des mines, doivent être faites sui-

vant les règles établies au titre XI de la loi du 16 septembre 1807.

Cette dernière loi dispose que, lorsqu'il s'agit de terrains nécessaires pour l'ouverture de canaux et rigoles de dessèchement, ou de terrains pour l'ouverture de canaux de navigation, de routes, etc., il sera nommé des experts pour l'évaluation des indemnités relatives à l'occupation desdits terrains. L'art. 57 ajoute que le procès-verbal d'expertise sera soumis, par le préfet, *à la délibération du conseil de préfecture*, et que, dans tous les cas, il pourra être procédé a une nouvelle expertise.

Les expressions employées par cet article montrent bien que la mission du conseil de préfecture ne se borne pas à une simple homologation de l'expertise, à constater si elle a été faite régulièrement; mais qu'il lui appartient de l'apprécier et de prononcer par lui-même, puisqu'il est dit qu'elle sera soumise à sa délibération.

D'ailleurs, ici où il s'agit d'occupation de terrains pour travaux de mines, il ne suffit pas de se référer à la loi de 1807, il faut encore avoir égard aux autres dispositions de la loi du 21 avril 1810, qui, pour tout ce qui concerne les mines, est le code de la matière, et dont toutes les dispositions sont corrélatives entre elles.

Le titre IX de cette loi, relatif aux expertises, porte, art. 87, que dans tous les cas prévus par ladite loi et autres naissant des circonstances où il y aura lieu à expertise, les dispositions du titre XIV, du Code de procédure civile, articles 303 à 323, seront exécutées.

Or, l'article 323 de ce Code, exprime positivement que *les juges ne sont point astreints à suivre l'avis des experts si leur conviction s'y oppose.*

L'avis des experts est demandé, non pour former la décision du tribunal, mais seulement pour la préparer. C'est une voie d'instruction, du mérite de laquelle le tribunal reste juge. Ainsi il peut, dans certaines circonstances, ne pas s'arrêter à leur avis : si, par exemple, l'estimation paraît visiblement forcée, il peut s'en écarter (1).

Nous citerons aussi l'exposé des motifs sur cette partie

(1) Pigeau, *Procédure civile*, tome 1er, page 315.

du Code de procédure. « Si le magistrat, disait l'orateur » du gouvernement, était astreint à suivre l'opinion des » experts, il faudrait donc qu'en ordonnant l'expertise » il se fût dépouillé de son caractère, qu'il eût asservi » sa conscience, et qu'il se fût réduit à n'être plus que » l'instrument passif dont les experts se serviraient pour » sanctionner leur jugement. Il ne serait plus besoin qu'ils » exprimassent leurs motifs de décision, puisqu'en énonçant leur résultat, ils imposeraient à la justice même une » loi dont elle ne pourrait s'écarter. »

Les conseils de préfecture étant de véritables tribunaux, dans les objets qui sont de leur ressort, ils ont nécessairement la même latitude que les juges ordinaires. Pour eux, comme pour les autres tribunaux, le travail des experts n'est qu'un simple document destiné à éclairer leurs décisions, mais auquel ils ne sont nullement tenus de s'asservir.

Le conseil de préfecture de Saône-et-Loire avait donc parfaitement le droit de ne pas s'en tenir à la seconde expertise, et de régler le prix du terrain selon ce qu'il jugeait le plus équitable.

La fixation qu'il a faite semble avoir été très-convenable; elle conciliait ici les deux intérêts en présence. D'une part, il a pris pour base le revenu annuel déterminé dans la première expertise, et qui était tout à l'avantage du propriétaire; d'autre part, il a calculé le capital correspondant dans la supposition où ce revenu représenterait un intérêt de 4 pour 0/0, et par là il s'est montré favorable aux concessionnaires, puisque cet intérêt est plus considérable que celui que l'on obtient ordinairement de la propriété foncière.

Le conseil d'état n'a point eu à statuer sur ce litige, la compagnie de Blanzy s'étant désistée de son pourvoi. Une ordonnance royale, du 30 juin 1812, lui a donné acte de ce désistement (1); bien qu'il ne soit pas intervenu de décision au fond, nous avons jugé utile d'exposer les considérations qui précèdent, comme venant à l'appui des véritables principes de la matière.

(1) Voir ci-après cette ordonnance, page 831.

MINES. — INDIVISIBILITÉ DES CONCESSIONS.

Une mine ne peut être vendue par lots ou partagée sans une autorisation du gouvernement, obtenue dans les mêmes formes que les concessions.

L'acte par lequel le concessionnaire aurait cédé à un tiers la faculté d'exploiter sur son terrain dans l'enceinte de la concession est nul en lui-même, et les tribunaux ne pourraient en ordonner l'exécution.

Un pareil acte ne peut valoir pour le propriétaire du fonds, comme lui donnant le droit d'y extraire la mine, ni être invoqué contre le concessionnaire comme une renonciation de sa part à exploiter dans cette partie de sa concession.

Un principe maintenant bien établi, c'est qu'un concessionnaire de mine n'a pas le droit de détacher, sans une autorisation du gouvernement, une portion quelconque de sa propriété souterraine. Il peut bien vendre, céder à autrui la totalité de sa concession, confier à un tiers la direction de l'exploitation, mais il ne peut diviser son périmètre, aliéner ou amodier telle ou telle partie du gîte.

C'est une restriction apportée au droit de propriété, lequel implique en général, et suivant les termes du Code civil, la faculté de jouir et de disposer d'une manière absolue. Mais les mines étant concédées en vue de l'intérêt public, il était nécessaire de pourvoir à leur aménagement : or, l'unité, l'harmonie dans les travaux est une condition essentielle de toute bonne exploitation, puisque sans elle, on ne pourrait établir les voies d'aérage, d'épuisement, les ouvrages d'art qui doivent garantir la vie des ouvriers, préserver la mine des inondations, assurer l'extraction régulière des couches ou des filons.

Aussi l'article 7 de la loi du 21 avril 1810, tout en déclarant que la concession donne la propriété perpétuelle ~~de la mine~~, ~~laquelle est dès lors disponible et transmis~~sible comme tout autre bien, a pris soin d'ajouter qu'elle ne pourrait être vendue par lots ou partagée sans une au-

torisation préalable du gouvernement, obtenue dans la même forme que la concession elle-même.

La loi du 27 avril 1838 est venue donner une nouvelle autorité et une sanction à ces dispositions. Elle veut que les concessionnaires justifient par une convention spéciale qu'ils ont pourvu à ce que leurs travaux fussent soumis à une direction unique, et coordonnés dans un intérêt commun; elle les oblige à désigner un représentant pour correspondre, en leur nom, avec l'administration. Et elle attache à l'inexécution des clauses qui ont pour objet d'assurer l'unité de la concession, la peine de la suspension des travaux, sans préjudice des autres pénalités portées au titre X de la loi du 21 avril 1810 (1).

Le principe de l'indivisibilité des concessions n'avait pas été formulé dans la loi du 28 juillet 1791. On peut dire néanmoins qu'il y était implicitement contenu; car en énonçant formellement dans l'article 10, que les propriétaires de la surface ne pourraient avoir la préférence à la concession, qu'autant que leurs propriétés présenteraient une étendue suffisante pour former une exploitation, la loi montrait qu'elle entendait exclure les extractions isolées, les morcellements des gîtes, qui en effet sont incompatibles avec la conservation des richesses *minérales*. D'ailleurs, à défaut d'une prohibition expl*icite*, *il y était* suppléé par les prescriptions de l'arrêté du 3 nivôse an VI, d'après lesquelles aucunes ventes, cessions ou autres actes translatifs des droits accordés par les concessions de mines, ne pouvaient avoir leur effet qu'en *vertu d'une autorisation* spéciale du gouvernement. Ainsi l'autorité administrative informée de toute vente ou cession qui avait lieu se trouvait en mesure d'empêcher celles de ces transactions qui auraient été de nature à compromettre l'aménagement des mines. Maintenant l'arrêté de l'an VI n'est plus en vigueur; les concessionnaires ne sont plus tenus de soumettre à l'approbation du gouvernement les transports qu'ils font lorsqu'ils disposent de la concession entière. Car, dans le cas contraire, si l'aliénation n'avait lieu que d'une partie seulement du périmètre, une autorisation se-

(1) Voir l'instruction du 29 décembre 1838, relative à l'exécution de la loi du 27 avril, *Annales des mines*, 3e série, tome XIV, page 591.

rait indispensable d'après les textes positifs des lois de 1810 et de 1838.

Du reste, peu importe que l'acte par lequel il a été fait vente ou amodiation de partie d'une mine soit intervenu entre le concessionnaire et l'un des propriétaires de la superficie ou tout autre individu. Un propriétaire du sol n'a pas plus le droit qu'un étranger d'établir une exploitation partielle sur une mine, même du consentement du concessionnaire. Il avait, sous la loi de 1791, un droit de préférence à la concession, s'il la demandait. Sous l'empire de la loi de 1810, la qualité de possesseur du terrain peut bien être un titre pour devenir concessionnaire; mais quand la concession a été accordée, tous les droits du propriétaire sont purgés, et il ne peut réclamer que les indemnités qui lui sont attribuées. Aucune convention contraire ne saurait recevoir d'exécution; car elle est en opposition avec la loi, et d'après l'article 1108 du code, toute convention, pour être valable, doit avoir un objet licite.

Il est clair, d'ailleurs, que la cession ne pourrait, non plus, être considérée comme une renonciation du concessionnaire à exploiter lui-même dans cette portion du terrain, et ne pourrait pas davantage avoir d'effet sous ce rapport. Le concessionnaire est tenu, d'après son titre, d'exploiter suivant les règles de l'art, de tirer le meilleur parti possible de tous les gîtes compris dans sa concession, de manière à fournir aux besoins des consommateurs. Ce sont des obligations dont il ne peut s'affranchir, et la clause de laquelle on voudrait induire cette renonciation étant nulle par elle-même, ne saurait valoir, ni contre ce concessionnaire, ni vis-à-vis du propriétaire du terrain.

Avant la loi de 1838, il y avait eu de la part des tribunaux quelque hésitation sur ces principes; mais cette loi, par les dispositions explicites qu'elle contient, a dissipé tous les doutes.

La cour royale de Montpellier a fait récemment, dans une affaire qui lui était soumise, l'application des règles que nous venons de rappeler.

Les sieurs Lassalle, concessionnaires d'une mine de houille dans le département de l'Aveyron, firent, le 11 février 1807, avec le sieur Galtier qui possédait des propriétés dans le périmètre de la concession, un traité par

lequel ils lui cédèrent la partie de la mine renfermée dans son terrain.

Plus tard, ils vendirent leur concession à la compagnie des fonderies et forges de l'Aveyron.

En 1836, le sieur Galtier forma devant le tribunal civil de Villefranche, une demande tendant à faire déclarer qu'il était cotitulaire de la concession pour la partie des gîtes située dans ses propriétés; et subsidiairement pour qu'il fût fait défense à la compagnie d'y exploiter, comme ayant vendu ce droit par suite de l'aliénation faite en 1807 par les sieurs Lassalie.

La compagnie opposa que le traité de 1807 était radicalement nul, parce que les sieurs Lassalle n'avaient pu, sans violer les conditions de leur concession, en détacher une partie pour la donner au sieur Galtier; que par cela même ils ne pouvaient non plus être regardés comme ayant valablement renoncé à la faculté d'y entreprendre des travaux.

Le tribunal de Villefranche, par un avant faire droit, ordonna une expertise à l'effet de vérifier si les terrains du sieur Galtier renfermaient des gîtes de houille.

La cour royale de Montpellier, saisie de l'appel, a annulé ce jugement et a déclaré mal fondées les prétentions du sieur Galtier;

« Attendu, est-il dit dans l'arrêt, que les attributs de la » propriété sont définis par la loi civile; qu'aux termes de » l'article 544 du code, on ne peut en jouir et en disposer » que conformément aux lois et règlements; que, d'après » l'article 552, la propriété du sol emporte la propriété du » dessous, mais que le même article excepte les droits ré» sultant de la législation spéciale des mines;

» Qu'aux termes de la loi du 21 avril 1810, la propriété » de la mine est entièrement indépendante de celle du sol; » qu'elle résulte uniquement de la concession faite par le » gouvernement, que le propriétaire de la surface n'a au» cun droit de préférence, et que la loi lui accorde seule» ment une indemnité;

» Qu'avant la loi de 1791, l'exploitation des mines ne » pouvait également résulter que d'un acte de concession; » auquel cas toutefois ne reconnaissait pas les propriétaires du sol » comme propriétaires, de plein droit, des mines existant » dans leurs terrains; qu'au contraire, l'article 1er mettait » les mines à la disposition de l'État, en les considérant

» comme une richesse nationale qui intéresse la propriété
» publique;

» Qu'à la vérité, les articles 9 et 10 de cette loi accordaient au propriétaire un droit de préférence, mais que ce droit ne pouvait être considéré comme la propriété de la mine, puisqu'il ne pouvait se réaliser qu'au moyen d'une permission du gouvernement, permission équivalant à une concession, l'une et l'autre devant émaner du gouvernement, et ne pouvant être accordées qu'après l'accomplissement des formalités prescrites;

» Que même, aux termes de l'article 10, pour que le propriétaire obtînt la permission d'exploiter, il était indispensable que l'étendue de sa propriété fût suffisante pour pouvoir former une exploitation distincte, à défaut de quoi il perdait son droit de préférence; que ce droit constituait si peu une propriété, que la loi le transmettait à l'inventeur de la mine si le propriétaire ne l'exerçait pas en temps utile;

» Que, dans l'espèce, le sieur Galtier n'avait nullement usé de ce droit de préférence, et n'avait rempli pour cet objet aucune des formalités prescrites par la loi de 1791;

» Qu'ainsi, la qualité de propriétaire de surface ne pouvait être d'aucune considération pour apprécier l'efficacité du traité de 1807;

» Que cet acte constituait une cession pure et simple d'une portion de la mine dont concession avait été faite au sieur Lassalle;

» Que l'article 7 de la loi du 21 avril 1810 prohibe toute vente par lots, et par conséquent toute cession partielle d'une mine, autrement qu'avec le concours et l'autorisation du gouvernement, laquelle autorisation ne peut être donnée qu'après l'accomplissement de toutes les formalités prescrites pour une première concession;

» Que cette disposition, mue par un principe d'intérêt public, a pour objet d'empêcher tout morcellement préjudiciable à l'exploitation;

» Qu'à la vérité, la loi de 1791 ne contenait pas cette prohibition, n'ayant pas prévu le cas de transmission du titre du premier concessionnaire; mais que le décret du 3 nivôse an VI avait suppléé à cette lacune, et ordonné que tout acte de cession ne pourrait être exécuté qu'avec l'autorisation du gouvernement;

» Que cette autorisation n'ayant pas été obtenue ni

» demandée par le sieur Galtier, pour l'exécution de l'acte » de 1807, cet acte était tombé décidément sous le coup » des prohibitions de la loi de 1810;

» Qu'on ne saurait non plus faire prévaloir la *clause* » dudit acte qui renfermait une renonciation au droit » d'exploiter la partie de la mine renfermée dans le péri- » mètre de la propriété du sieur Galtier; que, sans exa- » miner si une pareille renonciation serait valable, alors » qu'elle aurait pour objet de rendre improductive et sans » utilité pour personne, une mine dont on disposerait » contrairement à la concession, il était certain qu'aux ter- » mes de l'acte, la renonciation au droit d'exploiter n'était » que la conséquence de la cession elle-même, s'identifiait » avec elle, et ne saurait, conséquemment, exister *sépa-* » *rément*;

» Qu'on ne peut ainsi détacher une seule clause d'un con- » trat; qu'il faut au contraire le considérer dans son en- » semble; qu'ainsi envisagé sous cet aspect, l'acte de *1807* » était bien une cession pure et simple, déclarée inefficace » par la législation spéciale de la matière;

» Qu'en cet état, la compagnie de Decazeville a été utile- » ment subrogée à la généralité de la concession faite *pri-* » *mitivement* aux sieurs Lassalle; qu'au moment où *cette* » subrogation générale lui a été accordée, aucune *portion* » de la mine n'avait été détachée par un titre qui pût lui » être opposé;

» Et, attendu qu'aux termes de l'exploit introductif, » l'objet de l'instance engagée par le sieur Galtier a été » d'obtenir d'être autorisé à exploiter la portion de la mine » située dans sa propriété, et qu'il fut fait inhibitions et » défenses à la compagnie d'exploiter elle-même;

» Que d'une part, les tribunaux ne peuvent accorder » l'autorisation d'exploiter une mine à celui qui n'a pas de » titre régularisé par l'intervention du gouvernement;

» Que d'autre part, ils ne peuvent interdire une exploi- » tation autorisée par l'État dans une matière où il dis- » pose lui-même et dans laquelle les actes particuliers ne » peuvent être exécutés qu'avec son concours;

» Par ces motifs, etc. »

Les règles de la matière sont rappelées dans cet arrêt avec une grande précision, et l'objet du litige sur lequel la cour avait à statuer y est envisagé sous ce point de vue

élevé qui peut donner à de simples débats entre particuliers tout l'intérêt d'une question générale et d'une discussion de principes.

MINES. — COMPÉTENCE.

Lorsqu'une concession a été faite aux ayants droit d'une ancienne société, il n'appartient qu'aux tribunaux d'apprécier les titres des parties et de décider ce que de droit.

Mais il ne leur appartient pas de prononcer sur le caractère et les effets de mesures conservatoires prises par l'administration dans l'intérêt du trésor, à raison des répétitions qu'il avait à exercer contre ses agents, exploitants provisoires. Le trésor ne peut être mis en cause à cet égard devant les tribunaux ; c'est à l'administration seule à connaître des réclamations des tiers.

Un arrêt du conseil, du 22 mars 1788, a concédé aux sieurs de Morlhon, de Combettes-Deslandes et consorts, des mines d'alun et de couperose connues sous le nom de mines de *Saint-Georges-de-Lusançon*, et qui sont situées dans le département de l'Aveyron, à une petite distance de la ville de Milhau.

Cette concession, comme la plupart de celles qu'on accordait alors, n'était que temporaire. Elle conférait à la compagnie la permission d'exploiter pendant vingt ans, dans un rayon de trois lieues autour du village de Saint-Georges, les gîtes d'alun et de couperose découverts et à découvrir.

La société de Morlhon ne réussit pas dans son entreprise. Elle fut dissoute par un jugement du tribunal de Sainte-Affrique, du 14 nivôse an II, et un arrêté du comité du salut public, du 28 pluviôse an III, faisant application des dispositions de l'article 15 de la loi du 28 juillet 1791, annula la concession pour cause de cessation de travaux pendant plus d'une année. Cet arrêté déclara en même temps concessionnaire provisoire M. de Morlhon, l'autorisa

à se mettre, après inventaire, en possession desdites mines, et chargea l'administration départementale de procéder à la fixation des limites.

De nombreux incidents, qui se sont prolongés pendant plusieurs années, empêchèrent de faire cette délimitation.

M. de Morlhon, n'ayant pu se procurer les fonds nécessaires à l'exploitation, vendit, le 4 thermidor an IX, les droits qu'il pouvait avoir, à une compagnie qui prit le nom de société Balsa. Cette société devint aussi, par acte notarié du 29 fructidor an X, cessionnaire des droits qui avaient été réservés par le tribunal de Sainte-Affrique aux intéressés de l'ancienne concession, en ce qui concernait les bâtiments et le matériel dépendants de l'exploitation.

La compagnie Balsa se pourvut devant le préfet de l'Aveyron pour obtenir une concession définitive, mais l'existence de cette compagnie ne fut aussi que de courte durée; bientôt elle se sépara, et M. Balsa, resté seul en possession des droits de ses co-intéressés par suite d'arrangements avec eux, forma, le 1er fructidor an XI, une société nouvelle avec MM. Slack et Gibson.

Le 13 floréal an XIII (2 mai 1805), un décret impérial maintint la concession provisoire faite par l'arrêté du 28 pluviôse an III, confirma la cession que M. de Morlhon avait faite, le 4 thermidor an IX, à M. Balsa et compagnie, et enjoignit aux nouveaux associés de se mettre en règle pour obtenir une concession définitive.

Mais peu de temps après la nouvelle compagnie éprouva des embarras dans sa position financière. Elle déposa son bilan et fit un concordat avec ses créanciers.

M. Costes, l'un des créanciers et alors receveur général du département de l'Aveyron, fut nommé syndic par ce concordat et eut la gestion de l'entreprise.

En 1810 intervint la nouvelle loi sur les mines. M. de Morlhon se pourvut le 12 janvier 1811 devant le ministre de l'intérieur. Il exposait qu'il n'avait pas été payé du prix de sa cession par la compagnie Balsa; il demandait en conséquence que cette cession, approuvée par le décret du 12 floréal an XIII, fût déclarée nulle, et qu'on le reconnût concessionnaire définitif, en vertu de l'article 51 de la loi du 21 avril 1810. Une décision du ministre, du 29 septembre 1812, rejeta sa demande et le renvoya à se pourvoir, s'il le jugeait à propos, par-devant les tribunaux

ordinaires, contre les sieurs Balsa et compagnie, pour raison des conventions pécuniaires faites entre eux.

De nouveaux incidents survinrent encore. M. Costes fit faillite en 1811. Le trésor, envers qui il se trouvait redevable d'une somme de plus d'un million, mit le séquestre sur tous ses biens.

La recette générale du département de l'Aveyron fut donnée par intérim à M. Grellet. Ce dernier annonça qu'il avait pris des arrangements avec les membres restants de la compagnie Balsa, Slack et Gibson, pour relever l'établissement de Saint-Georges, qui était tombé dans un état complet de délabrement. Il offrit au trésor de l'indemniser du débet de M. Costes, à la condition qu'on ne l'inquiéterait pas dans son exploitation, que le trésor ne poursuivrait pas la vente de l'établissement, et il souscrivit à cet effet une soumission le 10 juin 1812.

Un arrêté du ministre de l'intérieur, du 13 juillet 1813, l'autorisa à continuer provisoirement l'exploitation, à charge d'entretenir les bâtiments et usines en bon état et de tenir registre des dépenses ainsi que des produits. Il fut dit, dans les considérants de cet arrêté, que cette mesure était motivée sur la nécessité d'assurer provisoirement, au milieu du conflit d'intérêts résultant du mauvais état des affaires de la compagnie exploitante, la conservation du gage principal des créanciers et ayants droit, et notamment de la créance du trésor exerçant les droits du sieur Costes.

Un second arrêté, du 16 mai 1815, étendit à l'exploitation de la houille renfermée dans la concession, la permission donnée par l'arrêté précédent pour l'extraction de l'alun et de la couperose.

M. Grellet contracta ensuite, le 2 octobre 1817, avec MM. Gibson et Flaugergues, une nouvelle société, et forma, de concert avec eux, une demande à l'effet d'obtenir une concession définitive.

Cependant M. Grellet tomba lui-même momentanément en déconfiture et fut remplacé dans ses fonctions de receveur général. Le trésor décerna contre lui une contrainte pour le reliquat dont il avait été déclaré débiteur. M. Grellet et ses autres créanciers se pourvurent en nullité de cette contrainte devant le tribunal de Rhodez, et ce tribunal s'étant déclaré incompétent, ils s'adressèrent au conseil d'état. Ils soutenaient que, loin que M. Grellet dût être

constitué en débet envers le trésor, on devait lui restituer une somme considérable qu'il avait payée, et que cette somme devait être rapportée à la masse des créanciers.

Une ordonnance royale, rendue au contentieux le 6 janvier 1830, rejeta ces requêtes, par le motif que l'engagement du sieur Grellet envers le trésor était personnel, et que, ni ce traité, ni la contrainte décernée, ne préjudiciaient aux droits et actions que les créanciers de l'exploitation pouvaient exercer contre les sieurs Costes et Grellet.

Au milieu de ces débats, la demande de MM. Grellet et compagnie, tendant à obtenir une concession définitive, avait été publiée et affichée, conformément à la loi du 21 avril 1810.

Pendant que cette demande s'instruisait, le préfet de l'Aveyron, par mesure conservatoire, établit une surveillance spéciale sur l'exploitation. Par un autre arrêté du 27 juillet 1818, il permit à M. Flaugergues de diriger cette exploitation comme représentant de la compagnie qui devait en être en possession en vertu des actes précédents.

Dans l'instruction de la demande, plusieurs opposants sont intervenus, et entre autres, M. de Combettes-Deslandes, M. Morlhon de Lavalette et M. Costes.

M. Costes s'est présenté comme demandeur *en concurrence*.

M. de Combettes-Deslandes a réclamé des indemnités pour prix des terrains, bâtiments et ustensiles qui avaient autrefois servi à l'exploitation, et dont il déclarait n'avoir pas été payé.

M. Morlhon de Lavalette, héritier de M. de Morlhon, l'ancien concessionnaire provisoire, a de son côté revendiqué le prix de la vente faite autrefois par M. de Morlhon à la compagnie Balsa.

Toutes ces réclamations étaient étrangères à la délimitation qu'il s'agissait de faire des mines de Saint-Georges-de-Lusançon, en exécution du décret du 12 floréal an XIII, et des articles 51 et 53 de la loi du 21 avril 1810. L'administration n'avait point à discuter la légitimité de ces créances dont il appartenait exclusivement aux tribunaux de connaître. Elle devait seulement réserver les droits de chacun en même temps qu'elle concéderait définitivement ces mines.

Par l'arrêté de l'an III, M. de Morlhon avait été institué

concessionnaire provisoire. Le décret du 12 floréal an XIII avait ratifié cette concession et sanctionné le transport fait par M. de Morlhon à MM. Balsa et compagnie ; c'était par conséquent à ceux-ci ou à leurs représentants que la concession définitive devait être accordée ; sauf aux tribunaux à décider ultérieurement, quand cette concession aurait été instituée, quels sont les représentants de cette ancienne compagnie Balsa, et, partant, quels doivent être les titulaires desdites mines, et à prononcer sur les créances que les tiers pourraient avoir à exercer.

C'est ce qui a été fait par ordonnance royale du 17 mars 1836.

Cette ordonnance a disposé que les mines d'alun et de couperose de Saint-Georges-de-Lusançon, concédées provisoirement à M. de Morlhon le 16 février 1795 (28 pluviôse an III), dont la cession à MM. Balsa et compagnie avait été autorisée par décret impérial du 5 mai 1805 (*12 floréal* an XIII), et qui, au jour de ladite ordonnance, se trouvaient exploitées au nom de MM. Flaugergues et compagnie, étaient définitivement concédées, y compris la houille qui accompagne les minerais, aux ayants droit de la compagnie Balsa.

L'article 6 de la même ordonnance porte que les héritiers de Combettes-Deslandes, les héritiers de Morlhon et autres sont renvoyés à se pourvoir, s'ils le jugent convenable, devant les tribunaux pour l'exercice des droits qu'ils pourraient avoir comme créanciers de la compagnie Balsa ou des ayants droit de cette compagnie, à raison, soit des mines qui sont l'objet de la concession, soit des usines et de leurs dépendances.

Au mois d'avril 1841, les héritiers de Combettes-Deslandes ont, tant en leur nom personnel qu'en qualité des sieurs de Morlhon père et fils, assigné devant le tribunal de Milhau les sieurs Balsa, Slack et Gibson et le trésor public.

Ils exposaient, dans leur requête introductive d'instance, que les terrains, bâtiments et le matériel de l'exploitation étaient la propriété de M. de Combettes-Deslandes, principal bailleur de fonds de la compagnie primitive ;

Que M. de Morlhon, du consentement de M. de Combettes-Deslandes, en avait fait vente à M. Balsa, et que

des mines, de pourvoir à leur exploitation dans un intérê public.

Tel a été principalement le but des arrêtés du ministre de l'intérieur et du préfet de l'Aveyron, qui ont successivement autorisé M. Grellet, puis M. Flaujergues à exploiter provisoirement.

La société Balsa se trouvait alors dissoute; elle s'était substitué d'autres associés. L'un d'eux, le sieur Costes, qui a été pendant quelque temps le gérant de l'entreprise, est venu ensuite à faire faillite. Il importait que ces établissements, plusieur fois abandonnés, ne dépérissent pas. M. Grellet se présenta. Il avait d'abord repris l'exploitation et annonçait être d'accord avec les autres intéressés. L'arrêté du 13 juillet 1813 lui permit de continuer provisoirement cette exploitation.

Que M. Grellet ait fait des conventions particulières, qu'il se soit engagé envers le trésor à rembourser le débet du sieur Costes, au moyen, tant du produit des mines, des entreprises industrielles auxquelles il pouvait se livrer, que des émoluments de la recette générale de l'Aveyron qui lui était confiée par intérim, c'étaient là des engagements tout personnels, comme l'a reconnu l'ordonnance précitée du 6 juin 1830, des stipulations qui ne constituaient d'aucune manière le trésor détenteur de ces gîtes.

L'administration, en autorisant M. Grellet à diriger l'exploitation jusqu'à ce que l'on pût concéder définitivement, prenait, dans l'intérêt général des consommateurs et dans l'intérêt du recouvrement des créances du trésor public sur ses agents comptables, une mesure conservatoire: elle agissait dans les limites de ses pouvoirs, et c'est à elle seule qu'il peut appartenir de prononcer sur le caractère et les effets de ces permissions qu'elle a délivrées.

C'est ce qui a été décidé dans l'affaire par ordonnance royale du 25 avril 1842. Cette ordonnance a confirmé l'arrêté de conflit du préfet de l'Aveyron, en ce qui concerne le chef de la demande qui tendait à mettre le trésor en cause. Elle a annulé pour le surplus ce même arrêté, en tant qu'il aurait eu pour objet d'évoquer la partie du litige concernant les droits que les héritiers Combettes-Deslandes peuvent avoir sur les mines de Saint-Georges (1).

---

(1) Voir cette ordonnance, ci-après, page 814.

Concession de mines. — Interprétation.

Deux compagnies étaient en instance pour obtenir une concession de mines dans la commune de la Chapelle-sous-Dun, département de Saône-et-Loire :

D'une part, MM. Bruyas et Gay ;

D'autre part, MM. Teissier et Devillaine, propriétaires dans la même commune, de la concession houillère dite de la *Chapelle-sous-Dun*, et qui ont demandé la réunion à cette concession des couches réclamées par leurs concurrents.

MM. Teissier et Devillaine exposaient que ces couches sont le prolongement de la mine de la Chapelle-sous-Dun. Ils s'appuyaient aussi sur un autre motif pour les revendiquer. Elles s'étendent sous le hameau des Moquets. Le décret du 20 novembre 1809, qui a institué la concession de la Chapelle-sous-Dun, n'a point compris ce terrain dans les limites qu'il a fixées ; mais sur le plan joint à ce décret ce même terrain est indiqué comme s'il faisait partie du périmètre concédé. MM. Teissier et Devillaine ont prétendu que c'était le plan qui déterminait la véritable délimitation, et qu'ainsi les gîtes des Moquets devaient leur appartenir.

Pendant l'instruction de l'affaire ils se sont pourvus, par la voie contentieuse, en interprétation du décret.

Une ordonnance royale du 3 mai 1839 (1) a rejeté leur requête, attendu qu'il ne pouvait y avoir lieu, en l'état des choses, à un pourvoi au contentieux.

Ils ont introduit par exploit du 29 mai, devant le tribunal de Charolles, une action contre MM. Bruyas et Gay, tendant à la cessation des travaux auxquels ceux-ci se livraient, et à ce qu'ils fussent condamnés en des dommages et intérêts.

Dès 1836, MM. Teissier et Devillaine avaient demandé au préfet que les travaux de recherches de MM. Bruyas et Gay fussent indéfiniment suspendus. Le préfet, considérant que le territoire des Moquets où se faisaient ces travaux n'était pas concédé, et que MM. Bruyas et Gay étaient propriétaires du terrain, rejeta cette réclamation.

En portant les débats devant les tribunaux, MM. Teis-

---

(1) Voir cette ordonnance au tome XV des *Annales des mines*, 3ᵉ série, page 726

forges, il ne puisse participer aux produits de cette minière.

Dans ce cas, comme dans tous ceux où plusieurs usines se trouvent en concurrence sur un même fonds, il appartient à l'administration, nonobstant toutes stipulations antérieures, de régler la part de chaque usine suivant ses besoins.

De tout temps les minières de fer ont été soumises à un régime spécial fondé sur l'intérêt public. Si la propriété des gîtes a été laissée aux possesseurs du sol, on a dû, d'un autre côté, la soumettre à des restrictions, à des servitudes envers les usines du voisinage. Une liberté illimitée eût pu produire ici de grands dommages. L'importance de l'industrie du fer faisait une loi de veiller à ce qu'un aussi grand intérêt ne fût jamais compromis.

D'après l'édit de 1680 les propriétaires ayant du minerai de fer dans leurs fonds, étaient obligés d'établir des hauts-fourneaux pour traiter ce minerai; et à leur défaut les maîtres de forges voisins pouvaient être admis à l'exploiter eux-mêmes.

Sous l'empire de la loi du 28 juillet 1791, la permission d'établir une usine à fer emportait avec elle le *droit d'opérer des recherches dans le terrain d'autrui. Quand* l'existence du minerai y avait été reconnue, le propriétaire du sol était obligé de l'extraire ou de laisser le maître de forge exploiter à sa place.

Aux termes de la loi du 21 avril 1810, *les gîtes de fer* d'alluvion appartiennent au propriétaire du terrain; il a la faculté de les exploiter ou de céder à des tiers son droit d'exploitation; mais il reste toujours soumis à l'obligation de fournir du minerai aux maîtres de forges du voisinage, et il est tenu de partager avec eux s'il se trouve lui-même propriétaire d'usine. Dans tous les cas enfin où il y a concurrence sur un même fonds entre plusieurs usines, les parts de chacune d'elles doivent être fixées administrativement, par le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines.

Nous avons rapporté diverses décisions qui ont statué conformément à ces règles. En voici une nouvelle application.

Par un acte du 6 mars 1692, les possesseurs du haut-four-

neau de Chantay l'avaient vendu à des tiers; par un second acte, du 27 septembre 1787, ceux-ci acquirent le droit d'extraire du minerai dans l'étendue des propriétés dites de *Salles* et de *Bernay*, appartenant aux anciens propriétaires du fourneau. On excepta seulement un bois appelé *la Cornée*.

Les sieurs de Montsaulnin et de Rolland, successeurs des premiers propriétaires, ont depuis élevé eux-mêmes un haut-fourneau dans leurs domaines de Salles et de Bernay, et ils se sont trouvés ainsi en concurrence pour l'extraction du minerai dans ces terrains avec les sieurs Dupin et Revenaz, aujourd'hui propriétaires de l'usine de Chantay.

Les sieurs de Montsaulnin et de Rolland ont cité ces derniers devant le tribunal de Saint-Amand pour faire déterminer, conformément à l'article 686 du Code civil, l'usage et l'étendue de la servitude résultant de la cession du 27 septembre 1787. Ils soutenaient que cette servitude devait être aujourd'hui réglée non d'après les besoins actuels du haut-fourneau de Chantay, mais seulement d'après les besoins qu'il pouvait avoir à l'époque où la faculté d'exploiter fut déléguée par les anciens propriétaires.

Les sieurs Dupin et Revenaz ont opposé que l'acte de 1787 ne comportait pas ces restrictions; qu'il leur donnait le droit d'extraire tout le minerai nécessaire à leurs approvisionnements, et que maintenant qu'il y avait concurrence entre eux et les propriétaires du nouveau fourneau, c'était par l'administration que les parts devaient être réglées, en exécution de l'art. 64 de la loi du 21 avril 1810.

Le tribunal de Saint-Amand n'a pas accueilli ces conclusions. Il a vu, dans le traité du 27 septembre 1787, un acte qui établissait au profit des possesseurs du haut-fourneau de Chantay une servitude entièrement semblable aux servitudes conventionnelles prévues par la loi civile et dont il appartient aux tribunaux de connaître. Il a chargé des experts de vérifier l'ancienne consistance de l'usine, les accroissements qu'elle avait pu recevoir, pour ensuite déterminer les quantités de minerais auxquelles elle pourrait avoir droit aujourd'hui.

Les sieurs Dupin et Revenaz ont appelé de ce jugement devant la cour royale de Bourges, qui a rendu le 2 juin 1840 un arrêt ainsi conçu :

forges, il ne puisse participer aux pr
minière.

Dans ce cas, comme dans t
sieurs usines se trouvent en
même fonds, il appartient
nonobstant toutes stipulat
gler la part de chaque

De tout temps les mir
un régime spécial fond
priété des gîtes a été
a dû, d'un autre côté courir
des servitudes enver besoin et de
illimitée eût pu pr dans l'applica-
portance de l'indi on, aux causes prin-
qu'un aussi gran sur l'exercice d'un droit
D'après l'édi oivent procéder sous l'in-
rai de fer da articles 701 et 702, Code civil;
hauts-fourn onc, et sous prétexte d'équité, ils
les maîtres risant le mode d'exercice de la ser-
ploiter en la nature et en restreindre, en quoi que
Sous l telles que l'une et l'autre sont textuel-
d'établi dans le titre; qu'ils ne peuvent pas da-
pérer per des mesures réglementaires qui auraient
sten points spéciaux, dont la loi, par des con-
sol intérêt public, aurait réservé la connaissance
es stration; — Considérant que dans la cause ac-
tre de 1787 dispose d'une manière claire et pré-
sera loisible au concessionnaire de faire extraire
dans l'étendue des terres de Salles et de Ber-
l'exception du bois de la Cornée seulement, tout le
qui sera nécessaire pour l'approvisionnement du
de Chantay; qu'il n'y a pas plus de motifs de
ces conditions que celle du prix du tonneau de
déterminé par la concession, et que les conven-
formelles écrites dans l'acte, à cet égard, sont et de-
ment, sauf révocation par consentement mutuel, la loi
des parties; que c'est au concessionnaire, suivant
latitude que lui donne son titre à fixer lui-même, d'a-
ses besoins, la quotité et la qualité de son approvi-
sionnement; qu'il n'est nullement intéressé à en forcer la
quantité ou l'espèce; qu'en tous cas, ne devant user qu'en

. toute dilapidation le soumettrait à
ropriétaire du fonds, et que le sys
mme règle préventive, n'enchaî
igence ou son mauvais vou
à raison de la concurrence
Chantay et de Salles, le
aire de la servitude,
qui en sont gre
rtions dans les
i du 21 avril
ent l'admi
e du rappro
première instance
demandent les pre
nommés, le jugement
itement à intervenir pour
soit les lieux d'extraction du
nement du fourneau du Chan
noncer sur l'incompétence, il em
es préparatoires ce qui peut être rela
concurrente des fourneaux de Salles et
ue, sous un autre point de vue, les intimés
s dommages et intérêts en réparation d'abus
nce qu'ils signalent; que le jugement dont est
qui charge les experts de constater les faits préjudi-
les, ne leur prescrit pas de vérifier l'époque à laquelle
ils auraient eu lieu, et de poser ainsi la vraie base sur laquelle on puisse en asseoir justement la responsabilité; considérant que, dans ces circonstances, tout en confirmant d'ailleurs le jugement au chef qui admet l'opportunité et prépare la confection d'un règlement à l'effet de prévenir tous abus dans l'exercice proprement dit du droit d'extraction du minerai, et de garantir au propriétaire du fonds plus efficacement et plus énergiquement, surtout dans l'état actuel, la libre reprise et disposition des terrains sur lesquels les travaux d'extraction auraient été terminés, il y a lieu de l'infirmer aux chefs qui ont été signalés comme susceptibles de porter atteinte aux stipulations précises du titre, aux lois de la compétence et à la faculté de pourvoir équitablement à la réparation des dommages allégués; — Par ces motifs, a mis et met l'appellation et ce dont est appel au néant, dit: 1° Que les experts nommés par le tribunal n'auront à recueillir aucun renseigne-

« Considérant qu'aux termes de l'article 637 du Code civil la concession de 1787 est une véritable servitude; qu'il est hors de doute qu'en thèse générale, et lorsqu'à raison du vague, de l'obscurité ou de l'équivoque des expressions du titre, le mode d'exécution en devient embarrassé, contestable, susceptible de fausser les intérêts et les droits des parties contractantes, et de leur laisser une voie subsistante de préjudices respectifs, chacune d'elles est fondée à réclamer un règlement propre à tarir la source de tous abus ou mésus, et d'empêcher le développement et la continuation, et qu'à moins d'exception spéciale, formellement exprimée par la loi, c'est à l'autorité judiciaire qu'elles doivent naturellement, en ce cas, recourir comme éminemment chargée d'interpréter au besoin et de protéger la propriété; — Considérant que dans l'application des devoirs de cette haute mission, aux causes principalement où il s'agit de statuer sur l'exercice d'un droit de servitude, les tribunaux doivent procéder sous l'influence et la direction des articles 701 et 702, Code civil; — Que dans aucun cas donc, et sous prétexte d'équité, ils ne peuvent, en régularisant le mode d'exercice de la servitude, en changer la nature et en restreindre, en quoi que ce soit, l'étendue, telles que l'une et l'autre sont textuellement énoncées dans le titre; qu'ils ne peuvent pas davantage s'occuper des mesures réglementaires qui auraient pour objets des points spéciaux, dont la loi, par des considérations d'intérêt public, aurait réservé la connaissance à l'administration; — Considérant que dans la cause actuelle le titre de 1787 dispose d'une manière claire et précise qu'il sera loisible au concessionnaire de faire extraire à perpétuité, dans l'étendue des terres de Salles et de Bernay, à l'exception du bois de la Cornée seulement, tout le minerai qui sera nécessaire pour l'approvisionnement du fourneau de Chantay; qu'il n'y a pas plus de motifs de modifier ces conditions que celle du prix du tonneau de minerai, déterminé par la concession, et que les conventions formelles écrites dans l'acte, à cet égard, sont et demeurent, sauf révocation par consentement mutuel, la loi exclusive des parties; que c'est au concessionnaire, suivant la latitude que lui donne son titre à fixer lui-même, d'après ses besoins, la quotité et la qualité de son approvisionnement; qu'il n'est nullement intéressé à en forcer la mesure ou l'espèce; qu'en tous cas, ne devant user qu'en

bon père de famille, toute dilapidation le soumettrait à l'action répressive du propriétaire du fonds, et que le système de la limitation, comme règle préventive, n'enchaînerait pas davantage sa négligence ou son mauvais vouloir; que sous un autre rapport, à raison de la concurrence d'exploitation des fourneaux du Chantay et de Salles, le premier appartenant au concessionnaire de la servitude, et le second aux propriétaires des terres qui en sont grevées, s'il y a lieu de déterminer les proportions dans lesquelles chacun d'eux pourra exploiter, la loi du 21 avril 1810, par son article 64, en charge spécialement l'administration; que cependant, ainsi qu'il résulte du rapprochement des conclusions des intimés en première instance et de la nature des renseignements que demandent les premiers juges aux experts qu'ils ont nommés, le jugement interlocutoire préjuge que le règlement à intervenir pourrait limiter, soit la quantité, soit les lieux d'extraction du minerai pour l'approvisionnement du fourneau du Chantay, et que, sans se prononcer sur l'incompétence, il embrasse dans ses mesures préparatoires ce qui peut être relatif à l'exploitation concurrente des fourneaux de Salles et du Chantay; que, sous un autre point de vue, les intimés réclament des dommages et intérêts en réparation d'abus de jouissance qu'ils signalent; que le jugement dont est appel, qui charge les experts de constater les faits préjudiciables, ne leur prescrit pas de vérifier l'époque à laquelle ils auraient eu lieu, et de poser ainsi la vraie base sur laquelle on puisse en asseoir justement la responsabilité; considérant que, dans ces circonstances, tout en confirmant d'ailleurs le jugement au chef qui admet l'opportunité et prépare la confection d'un règlement à l'effet de prévenir tous abus dans l'exercice proprement dit du droit d'extraction du minerai, et de garantir au propriétaire du fonds plus efficacement et plus énergiquement, surtout dans l'état actuel, la libre reprise et disposition des terrains sur lesquels les travaux d'extraction auraient été terminés, il y a lieu de l'infirmer aux chefs qui ont été signalés comme susceptibles de porter atteinte aux stipulations précises du titre, aux lois de la compétence et à la faculté de pourvoir équitablement à la réparation des dommages allégués; — Par ces motifs, a mis et met l'appellation et ce dont est appel au néant, dit : 1° Que les experts nommés par le tribunal n'auront à recueillir aucun renseigne-

ment tendant, soit à une limitation d'une manière absolue, et à toujours, de la quantité de minerai nécessaire au fourneau du Chantay, soit à la désignation des emplacements où l'extraction aurait exclusivement lieu; — 2° Que le tribunal était incompétent pour s'occuper, en quoi que ce fût, de régler le mode d'exploitation concurrente sur le même fonds des fourneaux de Salles et de Chantay; — 3 Renvoie les intimés à se pourvoir à cet égard devant l'administration, etc. »

La cour, on le voit, a reconnu qu'il résultait bien du traité invoqué une servitude en faveur du fourneau de Chantay, et qu'en thèse générale c'est aux tribunaux à prononcer sur les questions de servitude; mais elle a considéré qu'il ne leur appartient pas de s'occuper de mesures ayant pour objet des points spéciaux dont la loi, par des considérations d'intérêt public, aurait réservé la connaissance à l'administration; que d'une part, dans l'espèce, la convention du 27 septembre 1787 ayant conféré d'une manière précise aux possesseurs de l'usine de Chantay le droit d'exploiter dans les terres de Salles et de Bernay tout le minerai dont ils auraient besoin, il n'y avait point lieu, par les tribunaux, de modifier ces conventions des parties; que d'un autre côté, s'il devenait nécessaire, à raison de la concurrence existante entre la nouvelle usine et l'*ancienne*, de régler les proportions dans lesquelles *chacune d'elles* pourrait exploiter sur ces terrains, c'était à l'administration seule, d'après l'article 64 de la loi du 21 avril 1810, qu'il appartenait de statuer; que le tribunal de Saint-Amand avait ainsi excédé sa compétence, en ordonnant une expertise pour faire le règlement. En conséquence la cour de Bourges a annulé le jugement et a renvoyé les parties à se présenter devant l'administration.

Les sieurs de Montsaulnin et de Rolland se sont pourvus en cassation.

Ils ont soutenu de nouveau qu'il ne s'agissait pas ici d'une application de la loi de 1810. Lorsqu'il n'existe, disaient-ils, aucune stipulation entre le propriétaire du terrain et les maîtres de forges, l'administration peut, à défaut par le propriétaire d'exploiter lui-même, donner une permission aux chefs d'usines, et, en cas de concurrence, régler les parts revenant à chaque forge. Mais quand le droit du maître de forge sur le minerai est le résultat d'une convention entre lui et le propriétaire, alors les dis-

cussions relatives au mode d'exercice de cette servitude constituent un débat d'intérêts privés, dont la connaissance appartient exclusivement aux tribunaux ordinaires. Telles sont précisément, ajoutaient-ils, les circonstances de la cause : il y est uniquement question d'interpréter l'acte du 27 septembre 1787, de savoir si les sieurs Dupin et Revenaz, qui ont, aux termes de cet acte, le droit d'user du minerai de Salles et de Bernay, peuvent, en augmentant leur exploitation, aggraver la servitude au détriment des propriétaires du fonds ; c'était à l'autorité judiciaire à le décider. La cour de Bourges, en annulant le jugement du tribunal de première instance et en renvoyant les parties devant l'administration, avait donc faussement appliqué l'article 64 de la loi du 21 avril 1810.

Enfin, ils prétendaient que ce même arrêt avait reconnu à tort aux sieurs Dupin et Revenaz un droit illimité d'exploitation, tandis que l'intention des parties, en faisant la convention de 1787, avait dû être que ce droit fût borné aux besoins de l'usine tels qu'ils se trouvaient au moment même de cette convention ; qu'ainsi, sous ce second rapport, la cour de Bourges avait encore mal jugé, fait violation de l'article 702 du Code civil, lequel dispose que celui qui a un droit de servitude ne peut en user que suivant son titre, sans pouvoir opérer ni dans le fonds qui doit la servitude, ni dans le fonds à qui elle est due, de changement qui aggrave la condition du premier.

La cour de cassation a rendu, le 9 février 1842, l'arrêt suivant :

« Sur le premier moyen : attendu en fait que la cour royale de Bourges déclare, par une interprétation qui lui appartient souverainement, que le titre du 27 septembre 1787, invoqué par toutes les parties, offre un sens clair et précis, et qu'il en résulte pour les défendeurs actuels le droit de faire extraire à perpétuité des terres de Salles et de Bernay (à l'exception du bois de la Cornée) tout le minerai qui sera nécessaire pour l'approvisionnement du fourneau de Chantay ; qu'en décidant en droit qu'à raison de la concurrence d'exploitation dans ces mêmes terres entre ledit fourneau de Chantay et celui de Salles, l'article 64 de la loi du 21 avril 1810 charge spécialement l'administration de déterminer les proportions dans lesquelles chaque maître de forges pourra exploiter, et en renvoyant en conséquence les parties à se pourvoir devant

l'administration sur le règlement propre à concilier la jouissance des concurrents desdits fourneaux de Chantay et de Salles, l'arrêt attaqué s'est conformé au texte comme à l'esprit dudit article 64, qui ne distingue point le cas où l'un des maîtres de forges serait propriétaire du sol ou de la minière dont l'exploitation est l'objet de la concurrence. — Sur le deuxième moyen, attendu que l'arrêt dénoncé, en cherchant à régulariser en l'état actuel des choses les prétentions respectives des parties, s'est borné (en s'appuyant sur l'article 702 du C. c.) à citer textuellement une clause du titre du 27 septembre 1787, titre reconnu par toutes les parties et qui leur est commun; et qu'en déclarant que les dispositions de cette clause devaient (sauf révocation par consentement mutuel) continuer à faire la loi des parties, il n'a pu violer l'article 702 du Code et aggraver la condition des demandeurs; — Rejette, etc. »

Cette nouvelle décision vient à l'appui des règles de la matière. Indépendamment de toute cession faite par le propriétaire d'une minière, de toute servitude conventionnelle qui peut avoir lieu sur le fonds qui renferme du minerai, il existe une servitude établie par la loi même, inhérente à cette nature de propriété, et qui doit dans tous les cas avoir son effet, parce qu'elle est d'intérêt public. En vertu de cette servitude, la minière doit ses produits aux usines du voisinage. Peu importe que le propriétaire ait transporté à autrui sa faculté d'exploitation pour tout ou partie du terrain, d'une manière indéfinie ou illimitée; que celui qui possède la minière soit lui-même maître de forge : l'obligation subsiste, et la loi spéciale sur les mines a attribué exclusivement à l'autorité administrative le droit d'apprécier le besoin des usines, de fixer les parts de chacune d'elles Dans l'espèce, comme l'ont reconnu la cour de Bourges et la cour de cassation, le fourneau de Chantay et le nouveau fourneau construit sur le domaine de Salles sont simplement deux usines en concurrence pour l'exploitation d'un même fonds. Quelles qu'aient été les conventions faites autrefois entre l'ancien propriétaire du terrain et les acquéreurs du fourneau de Chantay, elles ne pouvaient mettre obstacle à ce que les minerais de ces terrains fussent partagés dans les proportions nécessaires au roulement de ces deux hauts-fourneaux; ce n'était qu'à l'administration, d'après les dispositions formelles de l'ar-

ticle 64 de la loi du 21 avril 1810, qu'il appartenait de faire ce partage.

SEL.

Une exploitation de sel dans un périmètre concédé à un tiers, est une contravention, et doit être empêchée conformément à la loi du 27 avril 1838.

Les lecteurs des *Annales* ont été plus d'une fois entretenus des difficultés élevées entre l'administration et les exploitants non autorisés de la mine de sel gemme concédée au domaine de l'État en 1825. On a vu qu'après une longue série de procès devant les tribunaux, ces entreprises illicites avaient été enfin réprimées.

Au mois d'avril 1839, une contravention nouvelle a donné lieu à de nouvelles poursuites; mais cette fois la répression a été immédiate, en vertu de la loi du 27 avril 1838.

Rappelons d'abord les précédents.

Une loi du 6 avril 1825 a autorisé le gouvernement à concéder pour 99 ans l'exploitation de plusieurs salines et de la mine de sel existant dans dix départements de l'est, après que le domaine de l'État en aura été mis en possession, conformément aux *dispositions de la loi du 21 avril 1810*.

En exécution de cette loi, une ordonnance du 21 avril 1825 a fait concession au domaine de la mine dont il est question.

Le 31 octobre suivant, il a été procédé, par adjudication publique, à la mise en régie intéressée, autorisée par la loi du 6 avril. Au mois de septembre 1828, MM. Parmentier et compagnie, concessionnaires d'une mine de houille dans la Haute-Saône, présentèrent une demande pour obtenir la concession d'une mine de sel gemme qu'ils annonçaient avoir découverte au-dessous du terrain houiller.

Ils attaquèrent en même temps, devant le conseil d'État, l'ordonnance relative à la concession qui avait été faite au domaine. Ce pourvoi fut rejeté par une ordonnance du 3 décembre 1828.

L'administration des domaines, de son côté, s'opposa devant le préfet à ce qu'il fût donné suite à la demande en concession de la compagnie Parmentier. Le préfet rejeta cette demande.

La compagnie se pourvut devant le tribunal civil de Lure pour obtenir que nonobstant les ordonnances de 1825 et de 1828, ladite demande fût affichée et publiée.

Le tribunal rendit un jugement portant que ces ordonnances ne mettaient point obstacle à cette publication; un arrêt conforme fut rendu par la cour de Besançon. La cour de cassation a réformé cet arrêt; puis sont intervenus deux arrêts de la cour de Dijon qui ont repoussé les prétentions de la compagnie. Il n'y a point eu de nouveau pourvoi; et il est demeuré constant qu'en matière de mines, c'est à l'autorité administrative qu'il appartient de prononcer sur l'étendue et les effets d'une concession, et de connaître de toutes demandes, réclamations ou oppositions qui ne sont point fondées sur un droit de propriété de la mine.

Pendant cette instance, M. Parmentier avait continué ses travaux. Il traitait dans une usine les eaux qu'il introduisait artificiellement sur le banc de sel gemme.

Des poursuites furent dirigées contre lui. Il prétendit qu'il exploitait de l'eau salée naturellement; que son usine n'était pas régie par la loi du 21 avril 1810; que la fabrication était libre pourvu qu'il se conformât à la loi de finances, du 24 juillet 1806, qui n'exige qu'une déclaration; qu'on n'avait nullement le droit d'interdire l'extraction à laquelle il se livrait.

Ce système fut accueilli en partie par le tribunal de Lure qui déclara, quant à l'usine, qu'il n'y avait point de contravention à l'article 73 de la loi de 1810, mais ordonna une expertise quant au fait reproché de l'exploitation de la mine de sel gemme.

Le tribunal de Vesoul, saisi du pourvoi du ministère public, alla plus loin; il décida que cette exploitation même n'était pas une contravention, attendu que le sel gemme n'était pas concessible d'après la loi de 1810, et que la loi spéciale de 1825 n'avait rien innové à cet égard.

Un arrêt de la cour de cassation, du 8 septembre 1832, a fait justice de cette étrange doctrine et repoussé les attaques dont la concessibilité des mines de sel avait été l'objet.

Quant à l'établissement des salines, la cour a pensé que l'article 73 de la loi du 21 avril 1810 n'était point applicable. Le jugement du tribunal de Lure fut cassé en ce qu'il avait déclaré que le fait imputé à M. Parmentier ne constituait point une contravention.

La cour de Lyon, devant laquelle la cause fut renvoyée, rendit le 14 mai 1833, un arrêt qui rejeta complétement le système que M. Parmentier était venu soutenir de nouveau; elle ordonna une expertise à l'effet de vérifier si la saline s'alimentait aux dépens du banc de sel gemme.

Après de nouveaux incidents suscités par M. Parmentier et une expertise qui a durée 135 jours, arrêt définitif du 16 octobre 1834, qui déclare que la contravention est constante, ordonne la cessation immédiate des travaux et donne acte au procureur du roi de ses réserves pour toutes les actions en dommages-intérêts à exercer au nom du domaine.

Saisie d'un pourvoi contre cet arrêt, la cour de cassation l'a rejeté le 17 janvier 1835, et a ainsi terminé ces longs débats.

Intéressé, comme la compagnie des salines de l'Est, à défendre la concession de 1825, puisque c'est à lui qu'*elle a été faite*, le domaine a réclamé, de concert avec cette compagnie, des dommages-intérêts à raison des extractions de sel opérées illégalement par M. Parmentier. La cour de Besançon avait rejeté cette demande le *21 juillet 1836*, en reproduisant les griefs articulés, mais toujours vainement, contre la prétendue illégalité de la concession de 1825. Son arrêt a été cassé le 8 août 1839, et la décision émanée de la cour souveraine est venue une fois encore repousser d'une manière complète toutes les argumentations par lesquelles on avait essayé de faire déclarer cette concession, résultant d'une loi spéciale, comme non avenue (1). Ainsi, la cour sou-

(1) Voir cet arrêt tome XVI des *Annales des mines*, p. [illegible].

La cour royale de Lyon, devant laquelle la cause avait été renvoyée, a rejeté, par un arrêt du 27 août 1841, les moyens plaidés de nouveau, les fins de non recevoir opposées par la compagnie Parmentier, et ordonné une instruction par écrit pour fixer le chiffre des dommages-intérêts à payer par cette compagnie. Celle-ci s'est pourvue contre cet arrêt le 26 février 1842.

veraine et le conseil d'État ont été parfaitement d'accord sur ce point.

Il semblait que l'on n'avait point à craindre d'autres difficultés, et que l'ordre enfin, si difficilement rétabli, ne serait plus troublé. Le gouvernement, du reste, ne perdait pas de vue la nécessité d'une nouvelle législation sur l'exploitation du sel. Il n'avait rien négligé pour qu'elle intervînt; cette loi a été enfin rendue le 17 juin 1840.

Mais dès le mois d'avril 1839, M. Parmentier s'était disposé à recommencer l'exploitation qui avait été interdite. Il avait établi un trou de sonde à quelque distance de l'ancien. Cette exploitation était une nouvelle atteinte à la concession de 1825, elle devait être frappée d'interdiction comme l'avait été la première : mais il n'était plus besoin de recourir aux tribunaux, attendu qu'une loi (celle du 27 avril 1838) était intervenue qui donnait à l'autorité administrative le pouvoir de faire cesser immédiatement les travaux d'exploitation des mines entrepris illicitement ; l'application de cette loi dût être faite dans cette circonstance, et le préfet de la Haute-Saône prit un arrêté à cet effet. Cet arrêté a reçu son exécution.

M. Parmentier a réclamé auprès du ministre des travaux publics, qui a maintenu l'arrêté du préfet. M. Parmentier s'est pourvu au conseil d'État contre cette décision.

Sa requête reproduisait exactement les arguments qui étaient exposés dans les mémoires qu'il avait adressés au ministre. Il y soutenait, comme il l'avait fait alors, qu'il n'y avait pas dans son entreprise nouvelle exploitation de la mine de sel gemme, et que, dans tous les cas, l'art. 8 de la loi du 27 avril 1838 ne pouvait être invoqué contre lui, parce que cet article, de même que ceux qui le suivent, sont tout à fait spéciaux aux mines inondées dont il est question dans ceux qui précèdent.

Le comité du contentieux a demandé l'avis du ministre, qui dans sa réponse a rappelé en fait ce que l'ingénieur en chef des mines de la Haute-Saône avait écrit à l'administration, le 10 mai 1839 : les eaux salées proviennent d'un trou de sonde, profond de 66 mètres, pratiqué tout récemment à peu de distance (30 ou 40 mètres) des deux puits dans lesquels se trouvent les trois trous de sonde qui servaient à l'extraction de l'eau salée, que la cour royale de Lyon a déclarée provenir de la dissolution artificielle d'une mine de sel gemme. Les sieurs Parmentier, Grillet

et compagnie ont fait savoir à M. le préfet que ces eaux salées, qui marquent 24 degrés à l'aréomètre, étaient fournies par une source entièrement indépendante du gîte salifère. Cette assertion ne peut être admise. En effet, des experts nommés par la cour royale de Lyon n'ont-ils pas déclaré formellement dans leur procès-verbal de reconnaissance du mode d'exploitation de la saline de Gouhenans, du 20 juillet 1834, qu'il était impossible qu'il existât une source d'eau salée au bas des trous de sonde pratiqués alors, quelle que fût la disposition souterraine qu'on se plût à imaginer. Une telle source d'eau salée ne serait-elle présentée au pied d'un trou de sonde plus profond que les anciens trous de sonde dont la profondeur n'était pas de 60 mètres, qui, placé à 40 mètres de ceux-ci, pénètre dans la masse salifère, puisqu'il a été reconnu qu'elle commence à 56 mètres de la surface du sol, ce qui descend nécessairement au-dessous de la voûte de l'immense excavation qu'a dû produire la première exploitation du sel gemme par dissolution? Est-il possible enfin qu'une source d'eau salée existe à peu près au maximum de saturation, étant mise en communication avec une nappe d'eau douce qui règne dans la localité, entre 20 et 30 mètres au-dessous de la surface du sol? . . . .

« C'est l'un des ingénieurs les plus distingués du corps des mines, disait le ministre, qui s'exprime ainsi. Un pareil témoignage venant d'un homme qui a fait une étude complète des terrains de la Haute-Saône ne peut manquer d'avoir un grand poids, et l'on doit regarder comme certain que c'est encore la mine de sel qui est exploitée par dissolution. M. Parmentier insistait auprès de moi pour obtenir une vérification de ce fait. J'ai dû m'y refuser; d'abord par la raison qu'une nouvelle expertise n'était qu'un moyen de gagner du temps et d'éterniser un ordre de choses funeste aux intérêts du trésor, et surtout par ce motif, qui est dominant ici, à savoir que l'on ne saurait tolérer aucun mode d'exploitation qui porte atteinte à la concession de 1825. C'est un point démontré par la science et indiqué par le plus simple raisonnement, qu'il ne peut y avoir d'eau salée naturelle, c'est-à-dire sans contact avec des masses solides. L'eau traverse ces masses et y contracte, à leurs dépens, un degré plus ou moins élevé de salure. Exploiter de l'eau salée là où existe une

veraine et le conseil d'État ont été parfaitement d'accord sur ce point.

Il semblait que l'on n'avait point à craindre d'autres difficultés, et que l'ordre enfin, si difficilement rétabli, ne serait plus troublé. Le gouvernement, du reste, ne perdait pas de vue la nécessité d'une nouvelle législation sur l'exploitation du sel. Il n'avait rien négligé pour qu'elle intervînt; cette loi a été enfin rendue le 17 juin 18

Mais dès le mois d'avril 1839, M. Parmentier a disposé à recommencer l'exploitation qui avait été interdite. Il avait établi un trou de sonde à quelque dist de l'ancien. Cette exploitation était une nouvelle atte la concession de 1825, elle devait être frappée d'interdi comme l'avait été la première : mais il n'était plus b de recourir aux tribunaux, attendu qu'une loi (celle d avril 1838) était intervenue qui donnait à l'autorité a nistrative le pouvoir de faire cesser immédiatem travaux d'exploitation des mines entrepris illic l'application de cette loi dût être faite dans cette stance, et le préfet de la Haute-Saône prit un arr effet. Cet arrêté a reçu son exécution.

M. Parmentier a réclamé auprès du ministre des t publics, qui a maintenu l'arrêté du préfet. M. Parm s'est pourvu au conseil d'État contre cette décision.

Sa requête reproduisait exactement les arguments étaient exposés dans les mémoires qu'il avait adressés ministre. Il y soutenait, comme il l'avait fait alors, n'y avait pas dans son entreprise nouvelle exploitati la mine de sel gemme, et que, dans tous les cas, l' de la loi du 27 avril 1838 ne pouvait être invoqué lui, parce que cet article, de même que ceux qui vent, sont tout à fait spéciaux aux mines inondées est question dans ceux qui précèdent.

Le comité du contentieux a demandé l'avis du qui dans sa réponse a rappelé en fait ce que l'i en chef des mines de la Haute-Saône avait écrit à nistration, le 10 mai 1839 : les eaux salées pr d'un trou de sonde, profond de 66 mètres, prati récemment à peu de distance (30 ou 40 mètres) puits dans lesquels se trouvent les trois trous de servaient à l'extraction de l'eau salée, que la c de Lyon a déclarée provenir de la dissolution d'une mine de sel gemme. Les sieurs Parmentier

et compagnie ont fait savoir à M. le préfet que ces eaux salées, qui marquent 24 degrés à l'aréomètre, [illegible] fournies par une source entièrement indépendante [illegible] salifère. Cette assertion ne peut être admise. En effet, les experts nommés par la cour royale de Lyon n'ont-ils pas déclaré formellement dans leur procès-verbal de reconnaissance du mode d'exploitation de la mine de Gouhenans, du 20 juillet 1834, qu'il était impossible qu'il existât une source d'eau salée au lieu des trous de sonde pratiqués alors, quelle que fût la disposition souterraine qu'on se plût à imaginer. Une telle source d'eau salée se serait-elle présentée au pied d'un trou de sonde, plus profond que les anciens trous de sonde dont la profondeur n'était pas de 60 mètres, qui, [illegible] à 40 mètres de ceux-ci, pénètre dans la masse salifère, puisqu'il a été reconnu qu'elle commence à 58 mètres de la surface du sol, ce qui descend [illegible] au-dessous de la voûte de l'immense excavation qu'a dû produire la première exploitation du sel gemme par dissolution? Est-il possible enfin qu'une source d'eau salée [illegible] à peu près au maximum de saturation, étant mise en communication avec une nappe d'eau douce qui règne dans la localité, entre 20 et 30 mètres au-dessous de la surface du sol?

C'est l'un des ingénieurs les plus distingués du corps des mines, disait le ministre, qui s'exprime ainsi. Un pareil témoignage venant d'un homme qui a fait une étude complète des terrains de la Haute-Saône ne peut manquer d'avoir un grand poids, et l'on doit regarder comme certain que c'est encore la mine de sel qui est exploitée par dissolution. M. Parmentier [illegible] pour obtenir une vérification de ce fait. J'ai dû m'y refuser; d'abord par la raison qu'une nouvelle expertise n'était qu'un moyen de gagner du temps et d'entretenir un état de choses funeste aux intérêts du trésor, et surtout [illegible], qui est dominant ici, à savoir que l'on ne [illegible] aucun mode d'exploitation qui [illegible] la concession de 1825. C'est un point démontré par la [illegible] et indiqué par le plus simple raisonnement, qu'il ne peut y avoir d'eau salée naturelle, c'est-à-dire sans contact avec les masses solides. L'eau traverse ces masses, y contracte, à leurs dépens, un degré plus ou moins élevé de salure. Exploiter de l'eau salée là où existe une

concession de sel, c'est donc en réalité exploiter cette concession; c'est ainsi que le conseil d'État a décidé, en 1834 (ordonnance du 17 avril), que les sources ou puits d'eau salée sont, comme les mines de sel, susceptibles de concession. Suivant l'expression heureuse de M. *de Gasparin* (1), l'eau qui se sature de sel est un mineur que l'on attache à la mine et qui l'exploite plus ou moins régulièrement, mais en formant une excavation dans sa masse, d'où il suit, comme on l'a parfaitement expliqué, que la concession de la mine, c'est-à-dire le droit d'exploiter un certain périmètre, est exclusif de la faculté d'un second exploitant libre qui ne serait soumis ni aux charges, ni aux indemnités, ni aux redevances que la loi impose aux concessionnaires (2).

» Nous n'avons point, continuait le ministre, à discuter ici la question de savoir si l'on a bien ou mal fait d'instituer la concession de 1825. Il a été question plusieurs fois de revenir sur ce qui s'est fait alors; mais des difficultés nombreuses se sont présentées. Quelles que soient les opinions à ce sujet, la concession existe: tant qu'elle ne sera pas rapportée, on doit en maintenir toutes les conséquences. Vainement M. Parmentier essaye-t-il de représenter l'autorisation accordée à la compagnie de Saltzbronn, le 28 décembre 1825, comme une preuve que cette concession n'est point exclusive de l'exploitation des eaux salées. Je répondrai que le puits de Saltzbronn faisait partie d'une vente nationale; qu'un décret du 19 avril 1806 maintint cette vente, à la charge par les propriétaires de se conformer aux dispositions de l'arrêté du 3 pluviôse an 6 sur les sources salées; qu'après divers incidents une ordonnance du 13 janvier 1816 reconnut de nouveau le titre de propriété, et renvoya les requérants à se pourvoir devant le ministère de l'intérieur, à qui il appartenait de proposer l'ordonnance de permission d'exploiter, soit d'après les formalités déjà remplies, soit en procédant à une nouvelle information; que la demande fut instruite conformément aux articles 1 et 2 de l'arrêté de l'an VI et aux sections 4 et 5 de la loi du 21 avril 1810; que les comités réunis de

---

(1) Rapport de la commission de la chambre des pairs, du 10 juillet 1837, page 34.

(2) Voir aussi sur ce sujet l'opinion de M. Gay-Lussac, ci-après, page 781.

l'intérieur et des finances du conseil d'État jugèrent que cette loi était applicable à l'espèce, et qu'enfin l'autorisation fut accordée le 28 décembre 1825, après un mûr examen. M. Parmentier s'étonne qu'on l'ait donnée après la concession, mais il ne fait pas attention qu'un droit acquis existait en faveur de Saltzbronn ; que le décret de 1806 et l'ordonnance de 1816 avaient déjà reconnu ce droit. La concession de 1825, faite au domaine, ne pouvait l'anéantir, et l'on a dû le consacrer. L'équité le voulait ainsi, nonobstant les réclamations de l'ancienne compagnie des salines de l'Est, nonobstant celles que pourrait élever la nouvelle compagnie, et qu'elle a en effet présentées, mais sans succès. Du reste, en accordant l'autorisation on imposa, comme la demande l'indiquait elle-même, la limite d'une fabrication annuelle de 20,000 quintaux. Au delà du droit ainsi défini, il y aurait eu contravention, et l'on devait garantir le domaine contre tout accroissement de cette production. C'est par cette raison que, lorsque en 1833 les propriétaires de Saltzbronn demandèrent l'autorisation de fabriquer 40,000 quintaux métriques, au lieu de 20,000, le ministre du commerce et des travaux publics rejeta cette demande. Une décision semblable intervint sur une autre demande présentée par un propriétaire du département de la Meurthe, qui désirait exploiter un puits salé existant dans son terrain. Le ministre considéra que la concession faite au domaine ne le permettait pas.

« M. Parmentier fait une interprétation bien peu exacte, on vient de le voir, de l'autorisation donnée en 1825 à la compagnie de Saltzbronn. C'est précisément parce que cette exception, cette unique exception a été faite depuis la concession du domaine, que celle-ci a conservé désormais, dans toute leur étendue, des droits qui n'avaient pu se modifier qu'en présence d'un autre droit antérieur au sien. Celui-ci reconnu et consacré, toute prétention qui n'avait pas des titres pareils à faire valoir devait succomber. Le fait seul de la concurrence légitime de Saltzbronn a porté un grand dommage à la compagnie des salines et mines de sel de l'Est, et a même amené des modifications dans le prix du bail qui lui avait été fait en 1825. Que serait-il arrivé si l'État qui venait de traiter avec elle l'eût laissée sans défense contre des agressions multipliées? Il lui devait protection, et en cela il se défendait lui-même; car la concession appartient au domaine. La compagnie qu'il s'est

substituée était en droit de lui demander de la garantie des troubles qui seraient de nature à altérer sa jouissance. Il y avait communauté d'intérêts; les dommages devaient être communs.

» C'est par ces considérations qu'on s'est opposé à ce que des exploitations illicites fussent entreprises ou continuées dans les départements de l'Est. Le régime actuel pourra changer un jour; mais nous avons à tenir compte de ce qu'il est aujourd'hui.

» Si, d'après la doctrine de la cour de cassation, l'article 73 de la loi du 21 avril 1810 ne s'applique point aux usines désignées sous le nom de salines, il ne s'ensuit pas qu'on soit désarmé contre les tentatives qui ont pour but de les créer; l'ancienne législation subsiste, et l'arrêté du 3 pluviôse an VI donne les moyens d'interdire ces établissements quand ils n'ont pas une existence légale. Le ministre des finances chargé de l'exécution de cet arrêté a pu prescrire les mesures nécessaires pour assurer cette exécution. Un particulier qui a vu ses travaux interdits a demandé l'autorisation de poursuivre le préfet. Le conseil d'État a refusé cette autorisation; l'arrêté dont il s'agit, qui a servi de base aux instructions du ministre, est visé dans l'ordonnance du 18 mai 1837. »

A part même cet arrêté, en ce qui concerne les salines, l'administration avait le droit d'empêcher l'entreprise de M. Parmentier, en s'appuyant sur les dispositions de la loi du 27 avril 1838.

Cette loi, selon M. Parmentier, ne concerne que les mines inondées. Les articles 7, 8, 9 et 10, comme tous ceux qui les précèdent, n'ont pas d'autre objet. L'exploitation de Gouhenans, lors même qu'elle serait illicite, ne rentrant pas dans cette classe, il n'y avait pas lieu d'appliquer aux travaux une loi qui leur est complétement étrangère.

Le ministre a répondu que le texte de la loi est tellement précis, qu'il ne comprenait pas comment on pouvait prétendre que l'article qui autorise à interdire administrativement les travaux entrepris sans autorisation régulière ne concerne que les travaux qui se rapportent aux mines inondées ou menacées d'inondation. Le gouvernement, dès la première présentation qu'il a faite du projet de loi, a nettement indiqué qu'il avait un double objet, l'un spécial, l'autre tout général. Il suffit de lire les discussions

qui a eu lieu dans les deux chambres pour se convaincre que ce double caractère a été très-bien compris. Le gouvernement disait, le 25 janvier 1837, dans le premier exposé des motifs : « Les articles 6 et 7, qui sont commandés par les nécessités et les circonstances que nous » venons de vous exposer, ont cependant un caractère gé- » néral; ils ne s'appliqueront pas seulement au cas où il » y aura lieu de dessécher des mines inondées. L'admi- » nistration pourra les invoquer toutes les fois que les con- » traventions auxquelles ils se rapportent seront commises. » Le pouvoir qu'ils conféreront à l'autorité administrative » est indispensable pour donner une véritable sanction aux » lois qui régissent et qui protégent l'exploitation de la » richesse minérale; il existe à cet égard de nombreux » abus qu'il importe de réprimer dans l'intérêt public, et » pour lesquels les condamnations judiciaires prononcées » en vertu de la loi du 21 avril 1810 n'offrent pas un moyen » suffisant de répression. » On lit dans l'exposé du 15 janvier 1838 : « Nous venons présenter à vos délibérations un » projet de loi qui a pour but, d'une part, d'assurer les » moyens d'opérer l'épuisement des mines inondées, et » d'autre part, d'établir pour l'exploitation de notre ri- » chesse souterraine quelques règles nouvelles dont il nous » sera facile de justifier la haute utilité. » La portée des dispositions proposées par le gouvernement n'a échappé à personne. Aucune d'elles n'a passé sans examen, ou comme inaperçue, ainsi que le supposerait M. Parmentier. La discussion qui a eu lieu dans les deux chambres à la suite des savants rapports où le sujet a été traité avec tant de talent, les ont mises, au contraire, dans tout leur jour. Il est vraiment impossible d'élever des doutes là où l'évidence est si manifeste.

L'article 8 de la loi du 27 avril 1838 est ainsi conçu : « Tout » puits, toute galerie ou tout autre travail d'exploitation » ouvert en contravention aux lois ou règlements sur les » mines, pourront aussi être interdits dans la forme énon- » cée en l'article précédent, sans préjudice également de » l'application des articles 93 et suivants de la loi du 21 » avril 1810. » — D'après l'article 7, le mode d'interdiction consiste dans un arrêté pris par le préfet, sauf recours au ministre, et, s'il y a lieu, au conseil d'État par la voie contentieuse : aux termes de l'article 5 de la loi du 21 avril 1810, aucune mine ne peut être exploitée qu'en vertu d'un

acte de concession, délibéré au conseil d'État. Quand la concession est instituée, la mine devient pour le concessionnaire une propriété perpétuelle; nul autre que lui ne peut l'exploiter ni y faire des recherches. Lors donc qu'un individu qui n'est point concessionnaire établit des travaux qui ne résultent pas d'un titre régulier, il est en contravention, et l'article 8 de la loi du 27 avril 1838 doit être appliqué. Les travaux de M. Parmentier étaient une atteinte à la concession faite en 1825 au domaine de l'État. Il ne justifiait d'aucune permission. Il renouvelait évidemment une entreprise que l'autorité judiciaire avait frappée une première fois. Le recours à cette autorité n'était plus nécessaire depuis la loi de 1838. Le préfet en motivant son arrêté d'interdiction sous les dispositions de cette loi, le ministre en maintenant cet arrêté, en ont fait un juste application.

Par les considérations qui précèdent, le ministre a conclu au rejet du pourvoi.

M. Parmentier demandait subsidiairement que si, par impossible, l'application à la cause de la loi de 1838 était confirmée, il fût procédé à la vérification de la nature des eaux litigieuses, par tels experts que le conseil d'État voudrait bien désigner. Le ministre a fait remarquer que cette demande subsidiaire devait être également rejetée; qu'il n'y avait aucune vérification à faire puisque dans toutes les hypothèses, l'exploitation dans un sol déjà concédé était interdite, et que là où exploitait M. Parmentier il existait une concession.

M. Parmentier s'est désisté de son pourvoi, et il lui a été donné acte de ce désistement par ordonnance du 7 janvier 1842 (1).

SEL GEMME. — SOURCES ET PUITS D'EAU SALÉE.

On a vu dans l'article qui précède et dans plusieurs autres que l'administration avait toujours soutenu que les sources salées ne pouvaient pas plus que les mines de sel gemme être exploitées sans concession : cette doctrine,

(1) Voir cette ordonnance, ci-après, page 795.

fondée sur la nature des choses, a été consacrée explicitement par la loi du 17 juin 1840.

Cette loi substitue un régime de liberté légale au monopole établi dans dix départements de l'Est par la concession qui a été faite en 1825 au domaine de l'État. Elle a fait droit à des plaintes nombreuses. Cette concession de 1825 avait été une grande innovation en matière de mines. On fut séduit alors par des illusions qui ont été bien trompées. L'Etat se faisant concessionnaire lui-même, se plaçait dans une position tout à fait exceptionnelle. Diverses considérations le portèrent à garder le monopole, et l'on fit même valoir la nécessité de garantir ainsi de nombreux intérêts, qui trouveraient protection et appui dans les stipulations à intervenir entre le gouvernement et la compagnie qu'il substituerait à ses droits. Mais il y avait eu dans cette affaire de graves mécomptes; et ceux qui avaient le plus le droit de s'en plaindre étaient précisément les habitants des localités où l'on avait découvert le sel gemme. Ils possédaient le sel en abondance, et ils le payaient plus cher. Il était difficile de maintenir un ordre de choses qui excitait de vives réclamations. L'expérience seule montrera les avantages ou les inconvénients du nouveau système.

En même temps qu'on s'est décidé à abolir la concession de 1825, on a dû compléter la législation sur le sel.

On s'était occupé, dans les rédactions qui ont précédé la loi de 1810, du sel gemme et des sources d'eau salée, mais c'était pour les mettre sous la main de l'Etat. Fourcroy, organe en 1806 de la section de l'intérieur du conseil d'État, disait qu'il n'y aurait pas de concession pour les sels gemmes, les sources et puits d'eau salée; c'est que dans le projet les uns et les autres étaient déclarés appartenir sans exception au domaine national, et l'on se montrait conséquent à ce principe en attribuant également à l'Etat les sels gemmes et eaux salées exploités par des particuliers qu'on indemnisait à dire d'experts. C'était un système fort net et fort clair qui pouvait se trouver d'accord avec certaines idées du temps. Et néanmoins on voit, dans la suite de la discussion, qu'il ne manqua pas de contradicteurs. On s'élevait contre le monopole: « Craignez, disait l'ar-
» chichancelier, d'effrayer les propriétaires. Il ne s'agit
» aujourd'hui que des sels gemmes et des eaux salées; mais
» les esprits alarmés craindront que successivement le sy-
» tème ne soit étendu à d'autres exploitations. Il peut être

» avantageux de mettre les salines dans la main de l'État, » afin d'augmenter ses revenus ; cependant cet avantage » serait acheté trop cher, si, pour l'obtenir, on blessait le » respect dû à la propriété. » L'archichancelier reconnaissait, du reste, que les entrepreneurs ne devaient exploiter qu'en vertu d'une permission. Les deux articles qui traitaient spécialement du sel gemme, des sources et puits d'eau salée, furent alors retranchés, et le sel gemme resta dans la nomenclature des mines. Puis on proposa un article portant que les puits d'eau salée seraient considérés comme mines et ne pourraient être exploités qu'avec une permission obtenue dans les mêmes formes qu'une concession de mine. — Fourcroy fit observer que ce n'étaient pas les puits, mais les sources salées qu'il fallait énoncer *dans* l'article; car dès qu'il y a un puits, disait-il, la mine est en exploitation. La substitution fut adoptée. Le 13 février 1810, l'empereur dit, sans en donner la raison, de retrancher les sels des substances comprises sous le nom de substances minérales et fossiles. Quant aux exploitations de sources salées, il ordonne également de les retirer de la loi; mais en même temps il charge la section des finances de présenter un projet de décret qui détermine les formalités que devra remplir celui qui voudra exploiter. Ainsi le dernier mot n'était point dit sur la question. Le décret n'est point intervenu. Il n'y eut point de nouvelle législation à l'égard du sel, et l'on s'en tint à la loi du 24 avril 1806, qui obligeait celui qui voulait exploiter à en faire la déclaration. L'État restait d'ailleurs propriétaire des importantes salines de l'Est, et en retirait un revenu assez considérable. Nulle circonstance grave ne s'était manifestée jusqu'au moment de la découverte de la mine de sel gemme. Mais alors l'État dut se préoccuper sérieusement de la concurrence que cette exploitation pouvait lui faire. Le parti qui lui parut le plus simple fut de s'en rendre propriétaire lui-même, et il s'en fit la concession, *conformément aux dispositions de la loi du 21 avril 1810*. Ces expressions de la loi du 6 avril 1825 rencontrèrent une grande opposition dans les deux chambres, mais elle ne prévalut pas; et depuis, quand on a attaqué la concession devant les tribunaux, la cour de cassation, faisant justice de doctrines qui n'allaient à rien moins qu'à l'anéantissement, par voie judiciaire, de la loi de 1825, a déclaré qu'une substance réputée mine, bien que

non dénommée dans la loi de 1810, est néanmoins concessible, attendu que cette loi est énonciative et non restrictive.

Le domaine n'a pas joui paisiblement de cette propriété que la loi venait de placer dans ses mains. Des débats multipliés ont retenti devant les tribunaux et devant le conseil d'État. Le domaine a dû défendre un droit qui résultait pour lui de la loi elle-même. Il ne faut pas, parce qu'il y a renoncé, que les exploitations futures s'opèrent irrégulièrement. Le bon ordre comme la nature des choses ont voulu qu'il y eût des concessions pour les sources salées comme pour le sel solide. De quelque manière que le sel se produise il est donc concessible. Cette opinion, que nous avons plus d'une fois énoncée dans les Annales, est celle du conseil général des mines, et l'on a vu dans l'article qui précède, que la commission de la chambre des pairs l'avait soutenue dans son rapport du 10 juillet 1837. Elle a été également professée dans la chambre des députés par un savant distingué. M. Gay-Lussac s'exprimait ainsi dans la séance du 9 mai 1837 :....

« Le sel compris dans un prisme de concession, qu'il soit à » l'état de sel gemme ou en dissolution dans l'eau, ne peut » être exploité que par le concessionnaire, et la loi lui » doit protection. Le sel dissous par l'eau a été enlevé à la » mine, et l'eau elle-même est fournie par les pluies qui » s'infiltrent dans le sol et y contractent de la salure. En » un mot, l'eau salée est une portion de la mine, et at- » teinte ne doit pas lui être portée. Je professe cette opi- » nion avec d'autant plus de franchise, d'autant plus de » confiance qu'elle est conforme aux notions les plus sim- » ples sur la matière.

» Sans doute, l'assimilation entre l'eau salée et le sel » gemme peut soulever quelques répugnances ; mais elle » est commandée aussi bien par la raison que par les pré- » ceptes de la science.

» Je dis plus ; dans l'intérêt des concessionnaires, non- » seulement le sel, mais les puits d'eau salée, mais les » fontaines salées jaillissantes à la surface du sol, devraient » être soumis aux mêmes formalités, et être régis par la » loi des mines de 1810.

» Tout le sel gemme n'est pas, à beaucoup près, entière- » ment pur dans le sein de la terre ; il y est mêlé avec des » substances étrangères. L'eau salée n'est qu'un de ces

» états ; la seule différence qu'elle présente, c'est qu'elle
» est d'une plus facile exploitation. Mais ce n'est pas là un
» motif suffisant de séparation. L'assimilation est détermi-
» née par le produit qui fait l'objet de l'exploitation et non
» par son état plus ou moins grand de pureté.

» L'eau elle-même est employée comme moyen d'extrac-
» tion du sel, et si on ne peut contester à l'eau, après la
» dissolution qu'elle aura faite du sel, qu'elle est devenue
» portion intégrante de la mine, il serait bien étrange
» qu'on pût lui refuser la même qualification lorsqu'elle
» aura dissous le sel en s'infiltrant dans la mine.

» L'intérêt même des exploitants commande l'assimila-
» tion des puits ou sources d'eau salée au sel gemme, et
» un régime égal. Supposez un propriétaire d'un puits
» d'eau salée qu'il n'aura peut-être découvert qu'après de
» nombreux essais infructueux ; supposez qu'il ait formé
» un établissement. Ne lui doit-on pas protection contre
» tout concurrent qui voudrait s'établir trop près de lui
» et ruiner son industrie? La seule protection efficace se-
» rait dans un périmètre inaccessible tracé autour de lui,
» c'est-à-dire dans une véritable concession, conformé-
» ment à la loi des mines de 1810. »

Au surplus, ce n'était point dans un intérêt de théories scientifiques qu'il s'agissait de faire prévaloir les dispositions que la loi du 17 juin 1840 a consacrées. C'était surtout parce qu'on ne concevait pas de concessions possibles là où le concessionnaire serait troublé sans cesse par les entreprises de l'intérêt privé. Quand l'État crée une propriété, il doit la mettre à l'abri de toute atteinte. Une mine est une propriété dont le possesseur doit jouir avec sécurité, avec confiance. Elle lui appartient dans toute son étendue, à la surface comme dans la profondeur. La loi de 1791 a eu le tort de dire le contraire ; mais elle n'existe plus, et elle a été jugée par ses résultats.

Lorsque après l'accomplissement de toutes les formalités voulues, la concession est accordée, il faut que celui qui l'obtient puisse se livrer sans trouble à l'exploitation de la mine, dans l'intérêt public comme dans son propre intérêt.

La loi nouvelle, en exigeant une concession pour les puits et les sources d'eau salée comme pour les mines de sel gemme, est la conséquence naturelle et simple des règles de la matière ; et ces règles doivent être les mêmes partout.

L'État en abdiquant le monopole dans les localités où il existait a donné satisfaction à des intérêts nombreux qui devaient exciter sa sollicitude et qui attendaient impatiemment cette solution. Les dispositions qui ont été adoptées font rentrer le sel dans la loi commune, tout en soumettant son exploitation à des règles nécessaires et justes. Elles sont libérales, mais elles le sont avec mesure et avec sagesse. Elles protégent la liberté, mais en repoussant l'anarchie.

ORDONNANCES DU ROI,

Et décisions diverses concernant les mines et usines.

Ordonnance du 26 juin 1841, portant règlement sur la fabrication des sels et sur l'enlèvement et la circulation des eaux salées et matières salifères (1).

Louis-Philippe, roi des Français,

Vu la loi du 17 juin 1840, sur le sel;

Vu notamment les articles 5 et 9, portant que des règlements d'administration publique détermineront, dans l'intérêt de l'impôt, 1° les conditions auxquelles l'exploitation et la fabrication des sels seront soumises, ainsi que le mode de surveillance à exercer pour assurer la perception intégrale du droit; 2° les formalités à observer pour l'enlèvement et la circulation des eaux salées et matières salifères;

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'État au département des finances;

Notre conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

TITRE PREMIER.

OBLIGATIONS DES FABRICANTS DE SEL ET DES CONCESSIONNAIRES DE MINES DE SEL, DE SOURCES OU DE PUITS D'EAU SALÉE.

Art. 1er. Un mois au moins avant toute exploitation ou fabrication, les concessionnaires de mines de sel, de sources ou de puits d'eau salée, autorisés, en vertu de la

---

(1) Cette ordonnance a été omise dans le tome XIX des *Annales*, qui contient les ordonnances rendues pendant le premier semestre de l'année 1841.

loi du 17 juin 1840, devront faire une déclaration au plus prochain bureau des douanes pour les mines, sources ou puits situés dans les 15 kilomètres des côtes et dans les 20 kilomètres des frontières de terre; au bureau le plus prochain des contributions indirectes, pour les mines, sources ou puits situés dans l'intérieur du royaume.

La déclaration des fabricants ne sera admise qu'autant qu'ils justifieront que la construction de l'usine a été autorisée conformément à l'ordonnance réglementaire du 7 mars 1841, rendue pour l'exécution de l'art. 2 de la loi du 17 juin 1840.

Sera faite au même bureau la déclaration à laquelle sont tenus, aux termes de l'art. 6 de la loi précitée, les concessionnaires qui voudront cesser d'exploiter ou de fabriquer.

Art. 2. Tout fabricant exploitant des mines de sel ou des eaux salées devra entourer les puits, galeries, trous de sonde et les sources, ainsi que les bâtiments de son usine, d'une enceinte en bois ou en maçonnerie de 3 mèt. d'élévation, ayant à l'intérieur et à l'extérieur un chemin de ronde de 2 mèt. au moins de largeur avec accès sur la voie publique par une seule porte ou entrée.

L'administration pourra exiger que l'enceinte en bois soit remplacée par une clôture en maçonnerie dans tout établissement, usine ou exploitation où il aura été commis une contravention aux dispositions de la loi du 17 juin 1840, ou à celles des ordonnances royales qui en règleront l'application.

Art. 3. Il y aura dans l'intérieur de chaque fabrique :

1° Un ou plusieurs magasins destinés au dépôt des sels fabriqués : ces magasins seront sous la double clef de l'exploitant et des agents de la perception ;

2° Un local convenable, près de l'entrée de l'établissement, pour le logement et le bureau de deux employés au moins ; le loyer de ce logement sera supporté par l'administration et fixé de gré à gré, ou, à défaut de fixation amiable, réglé par le préfet du département ;

3° Des poids et balances pour la pesée des sels, ainsi que des mesures de capacité pour la vérification du volume des eaux salées.

Art. 4. Si, à cause de l'éloignement, quelques puits ou galeries servant à l'exploitation du sel en roche ne

peuvent pas être compris dans l'enceinte d'une usine, ils seront entourés d'une clôture particulière établie comme il est dit à l'art. 2, et de manière à enfermer les appareils d'extraction et les halles.

Le sel devra être déposé dans un magasin exclusivement destiné à cet usage, et disposé conformément au premier paragraphe de l'article précédent.

Art. 5. Devront être entourés d'une semblable clôture, les trous de sonde servant à l'exploitation par dissolution, ainsi que les sources ou puits d'eau salée qui ne pourront pas, à cause de l'éloignement, être compris dans l'enceinte d'une usine.

TITRE II.

EXERCICE DES FABRIQUES ET SURVEILLANCE DES USINES, SOURCES OU PUITS.

Art. 6. Toute exploitation ou fabrique de sel sera tenue en exercice par les employés des contributions indirectes ou des douanes, suivant le lieu où elle sera située.

Art. 7. Les exploitants et fabricants seront soumis aux visites et vérifications des employés, et tenus de leur ouvrir, à toutes réquisitions, leurs fabriques, ateliers, magasins, logements d'habitation, caves et celliers, et tous autres bâtiments enclavés dans l'enceinte des fabriques, ainsi que de leur représenter les sels, eaux salées et résidus qu'ils auront en leur possession.

Ces visites et vérifications pourront avoir *lieu même de* nuit, dans les ateliers et magasins, si le travail se prolonge après le coucher du soleil.

Art. 8. Les employés sont autorisés à faire toutes recherches nécessaires pour s'assurer si les puits, les trous de sonde, les sources d'eau salée et les galeries situées soit dans l'intérieur, soit à l'extérieur des fabriques, n'ont pas de conduits clandestins.

Art. 9. Les sels, après qu'ils seront parvenus à l'état solide ou concret, ne pourront être retirés des poêles ou chaudières que pour être déposés immédiatement, soit sur les bancs d'épuration, les égouttoirs ou les séchoirs, soit dans les étuves, soit enfin dans des vases quelconques désignés d'avance aux employés. Ils ne pourront recevoir aucune manipulation subséquente ayant pour objet d'en compléter la fabrication, que sous la surveillance des

employés, qui sont autorisés à prendre toutes les mesures nécessaires pour qu'il ne puisse en être soustrait.

Art. 10. Les eaux-mères, schlots, crasses de sels et autres déchets de fabrication, les cendres, curins et débris des fourneaux des fabriques de sel seront détruits, à moins que l'enlèvement et le transport n'en aient été préalablement autorisés, conformément à l'art. 12 de la loi du 17 juin 1840.

Art. 11. Les sels fabriqués seront pris en charge au fur et à mesure que la fabrication en sera complétement achevée. Ceux qui ne seront pas expédiés immédiatement, devront être placés dans les magasins désignés en l'article 3.

Il sera donné décharge des quantités enlevées soit pour la consommation, soit pour l'exportation aux colonies ou à l'étranger, soit en exécution de l'art. 12 de la loi du 17 juin 1840, soit enfin pour les salaisons en mer.

Les sels qui auront été déclarés pour la consommation ne pourront séjourner dans l'enceinte de la fabrique, et devront en sortir immédiatement.

Art. 12. Tous les trois mois il sera fait un inventaire des sels en magasin, et le fabricant sera tenu de payer sur-le-champ le droit sur les quantités manquantes en sus de la déduction accordée pour déchets de magasins.

Cette déduction est fixée à 8 p. 100 sur les quantités entrées en magasin après fabrication.

TITRE III.

SURVEILLANCE ET FORMALITÉS A L'ENLÈVEMENT ET A LA CIRCULATION DES SELS, EAUX SALÉES ET MATIÈRES SALIFÈRES.

Art. 13. La surveillance des préposés des douanes et des contributions indirectes s'exercera, pour la perception de la taxe sur les sels, dans un rayon de 15 kilomètres des mines, des puits et sources salées et des usines qui en exploitent les produits.

Art. 14. Les fabricants ne pourront laisser sortir les sels des fabriques ou des enceintes désignées à l'art. 4, sans qu'il ait été fait une déclaration préalable au bureau le plus prochain du lieu d'extraction, et sans qu'il ait été pris, soit un acquit à caution, un congé ou un passavant, soit un acquit de payement en tenant lieu.

Les concessionnaires de puits ou de sources ne pourront non plus laisser enlever d'eau salée sans qu'il ait été pris un acquit à caution.

Les conducteurs de sels, d'eaux salées ou de matières salifères seront tenus d'exhiber, à toute réquisition des employés, dans le rayon de 15 kilomètres des mines, puits et sources salées, et des usines qui en exploitent les produits, les expéditions dont ils doivent être porteurs.

Art. 15. Les déclarations à faire pour obtenir les expéditions mentionnées en l'article précédent, contiendront le nom de l'expéditeur et celui du destinataire, la quantité de sel ou d'eau salée qui devra être enlevée, le degré de densité de l'eau, le nom du voiturier ou maître de l'embarcation qui effectuera le transport, le lieu de destination et la route à suivre.

Art. 16. Les sels, eaux salées ou matières salifères ne pourront circuler dans les 15 kilomètres soumis à la surveillance des préposés sans être accompagnés d'un acquit-à-caution, d'un congé, d'un passavant ou d'un acquit de payement en tenant lieu.

Les transports de sels, d'eau salée ou de matières salifères ne pourront avoir lieu avant le lever ou après le coucher du soleil, lors même qu'ils seraient accompagnés d'une autorisation régulière, qu'autant que cette expédition mentionnera expressément la permission de les faire circuler pendant la nuit.

Art. 17. L'eau salée extraite des puits ou sources ne pourra être expédiée à destination d'une fabrique autorisée, que lorsque le transport en aura lieu dans des vases qui pourront être jaugés.

L'extraction n'aura lieu que de jour, en présence des employés, lesquels vérifieront et mentionneront dans l'acquit-à-caution le degré que l'eau salée marquera au densimètre.

Les fabriques actuellement en exploitation, et à destination desquelles l'eau parvient par des conduits ou tuyaux, pourront être autorisées à jouir de cet avantage, sous les conditions qui seront déterminées par notre ministre secrétaire d'État des finances.

Art. 18. Les sels expédiés à des destinations qui dispensent du droit au départ seront renfermés dans des sacs d'un poids uniforme, ayant toutes les coutures à l'intérieur, et plombées par les employés aux frais du fabri-

ant. Le prix du plomb et de la ficelle est fixé à 0 fr. 5 cent.

La ficelle devra passer par les plis du col du sac.

L'arrivée des sels à destination sera garantie par un acquit-à-caution, dont le prix sera payé à l'administration des contributions indirectes ou à l'administration des douanes, conformément à la loi du 28 avril 1816.

Art. 19. Tout ce qui concerne les acquits-à-caution délivrés pour le transport des sels, eaux salées et matières salifères, sera régi par les dispositions de la loi du 22 août 1791. Néanmoins, la pénalité sera réglée conformément à l'art. 10 de la loi du 17 juin 1840.

En cas de déficit, soustraction ou substitution, la confiscation sera établie, et le droit sera calculé sur une quantité de sel égale à celle non représentée.

Si la différence porte sur le degré ou sur le volume de l'eau salée, la quantité de sel dissous dans l'eau sera évaluée, pour un hectolitre d'eau salée, à raison de 1,650 grammes de sel pour chaque degré du densimètre au-dessus de la densité d'eau pure.

TITRE IV.

Payement du Droit.

Art. 20. La taxe sera perçue sur les sels enlevés pour la consommation intérieure, sous la seule déduction de l'allocation qui sera fixée pour déchet, en exécution de l'article 15 de la loi du 17 juin 1840.

Le payement en sera effectué, soit au comptant, sous l'escompte de 6 p. 0/0 pour les sommes de 300 fr. et au-dessus, soit en traites ou obligations dûment cautionnées, à trois, six et neuf mois, lorsque le droit s'élèvera à plus de 600 fr.

TITRE V.

Des fabriques de produits chimiques.

Art. 21. Les dispositions des articles 6, 7, 11, 12, 14, 15, 18, 19 et 20, sont applicables à toutes les fabriques de produits chimiques dans lesquelles il est obtenu du chlorure de sodium (sel marin), soit pur, soit mélangé d'autres sels.

Les fabricants de ces produits seront, en outre, tenus,

chaque fois que leurs préparations devront produire ce sel :

1° De déclarer par écrit, au bureau le plus voisin, au moins vingt-quatre heures d'avance, le jour et l'heure où commencera et finira le travail dans leurs ateliers ;

2° D'avoir, dans l'intérieur de leur fabrique, un magasin destiné au dépôt du sel ; ce magasin sera sous la double clef de l'exploitant et des agents de la perception.

Art. 22. Les chlorures de sodium obtenus dans les fabriques de produits chimiques, soit purs, soit mélangés d'autres sels ou d'autres matières, ne pourront être admis dans la consommation, même sous le payement de la taxe, que sur la représentation d'un certificat constatant que ces sels ne contiennent aucune substance nuisible à la santé publique.

Notre ministre secrétaire d'État au département de l'agriculture et du commerce, déterminera le mode de délivrance dont il s'agit.

TITRE VI.

Dispositions générales.

Art. 23. Toute infraction aux dispositions de la présente ordonnance sera punie des peines portées par l'article 10 de la loi du 17 juin 1840.

Art. 24. Nos ministres secrétaires d'État aux départements de l'agriculture et du commerce, et des finances, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des lois.

PREMIER SEMESTRE 1842.

Mines de sel et sources salées de Salins.

Ordonnance du 6 janvier 1842, portant qu'il est fait concession au domaine de l'État, pour être attachées à perpétuité à la saline de Salins, *à partir du 1er octobre 1841, des mines de sel et sources salées situées sur les territoires des communes de* Salins, Bracon, Saint-Thiébaud, Marnoz, Aiglepierre, Montigny-les-Arsures et Arbois (Jura).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de con-

cession de Salins, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, par une série de lignes droites formant un périmètre dont les sommets sont : l'angle du bastion *nord* du fort Saint-André, l'angle *nord* du bâtiment *nord* des granges Seuvaget, l'angle nord de la tuilerie, l'angle du bastion sud-ouest du fort Delain, l'angle *sud* de la grange de Pontpel, l'angle nord de la grange Joli-Bois, le clocher d'Aiglepierre, l'angle nord de la dernière maison nord du hameau des Arsures, l'angle est de la grange Fontaine, le point de rencontre de la route de Salins et du chemin de Champagny, le clocher de Montigny, le point de limite des communes d'Aiglepierre, Arbois et Montigny, enfin l'angle *sud* du bâtiment du jardin Pillot;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de dix-neuf kilomètres carrés, quatre-vingt-dix-huit hectares.

Art. 6. Il acquittera la redevance fixe établie par la loi du 21 avril 1810, et le décret du 6 mai 1811, ainsi qu'il est déterminé par l'article 4 de la loi du 17 juin 1840.

Il acquittera, en outre, toutes les charges relatives à l'impôt du sel.

---

*Ordonnance du 6 janvier 1842, portant qu'il est fait concession au domaine de l'État, pour être attachées à perpétuité à la saline de Montmorot, à partir du 1*er* octobre 1841, des mines de sel et sources salées situées sur les territoires des communes de* Montmorot, Lons-le-Saulnier, Messia, Courlans, Saint-Didier, l'Étoile, Chille, Villeneuve-sous-Pimont, Perigny *et* Montaigu (Jura).

Mines de sel et sources salées de Montmorot.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Montmorot*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, par une série de lignes droites formant un périmètre dont les sommets sont : Courlans, le clocher de Saint-Didier, la maison Richard,

commune de l'Étoile, la grange Rouge, le moulin de commerce du sieur Chamberet, la grange Chantrans;

Lesdites limites renferment une étendue superficielle de dix-neuf kilomètres carrés, quatre-vingt-dix-neuf hectares, quatre-vingt-cinq centiares.

Art. 6. (*Ut suprà*).

Mines de houille des Touches.

Ordonnance du 6 janvier 1842, portant qu'il est fait réunion à la concession des mines de houille des TOUCHES (Loire-Inférieure), *telle qu'elle a été délimitée par l'ordonnance du* 28 *avril* 1839, *d'un terrain houiller de* 2 *kilomètres* 40 *hectares, situé sur le territoire de la commune de Ligné.*

(Extrait.)

Art. 2. Au moyen de cette addition, les limites de la concession des Touches sont et demeurent fixées ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, depuis le point P où la ligne séparative commune aux deux concessions de Languin et des Touches vient recouper le ruisseau de Montagné, le cours de ce ruisseau en le remontant d'abord jusqu'au point A'; puis de ce point, en suivant un chemin creux dans le fond duquel coule le ruisseau jusqu'à sa source supposée en A, et du point A par une droite tirée sur la Guignardière, arrêtée au point B", limite de la commune de Taillé;

A l'est, la portion de la limite de la même commune, comprise entre le point A" ci-dessus indiqué, et le point D' où cette limite est recoupée par la droite tirée de la Guignardière sur la chapelle Breton; puis de ce dernier point D', trois droites successives passant par la chapelle Breton, la Bourgonnière et le moulin des Hommeaux (point E);

Au sud, la partie de la ligne droite EF tirée du moulin des Hommeaux à la basse Brechoulière, comprise entre ledit moulin des Hommeaux et le point Q d'intersection avec la ligne de partage PQ;

A l'ouest, cette même ligne de division, depuis le point Q jusqu'au point de départ P situé sur le ruisseau de Montagné;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle totale de dix-neuf kilomètres carrés, 73 hectares.

Ordonnance du 7 janvier 1842, qui donne acte aux sieurs PARMENTIER *et* GRILLET *de leur désistement du pourvoi qu'ils avaient formé contre une décision du ministre des travaux publics, portant interdiction de travaux illicites entrepris pour l'exploitation d'eau salée.*

Sur le rapport du comité du contentieux,

Vu la requête sommaire et le mémoire ampliatif à nous présentés au nom des sieurs Parmentier et Grillet, se disant propriétaires de la saline de Gouhenans, département de la Haute-Saône, ladite requête et ledit mémoire enregistrés au secrétariat général de notre conseil d'État, les 10 août et 14 octobre 1839, et tendant à ce qu'il nous plaise annuler une décision de notre ministre des travaux publics, du 1er août 1839, confirmative d'un arrêté du préfet de la Haute-Saône, du 21 mai 1839, lequel interdit un sondage entrepris par les requérants sur le territoire de Gouhenans, pour une exploitation d'eau salée; ensemble annuler ledit arrêté;

Subsidiairement, et pour le cas où la compétence de l'autorité administrative serait reconnue ordonner, avant faire droit, la vérification par experts du puits d'eau salée, frappé d'interdiction, à l'effet de constater si les eaux qui en proviennent sont naturellement ou artificiellement salées;

Vu la décision attaquée, ensemble l'arrêté du préfet de la Haute-Saône précité;

Vu le mémoire en réplique à nous présenté au nom des sieurs Parmentier et Grillet, enregistré au secrétariat général de notre conseil d'État le 4 mars 1841, par lequel ils déclarent persister dans leurs précédentes conclusions; ledit mémoire enregistré comme dessus, le 4 mars 1841;

Vu l'acte à nous présenté au nom des requérants par lequel ils déclarent se désister de leur pourvoi; ledit acte enregistré comme dessus, le 30 novembre 1841;

Vu toutes les pièces produites et jointes au dossier ;
Vu le règlement du 22 juillet 1806 ;
Ouï M. Hély d'Oissel, maître des requêtes, remplissan les fonctions du ministère public ;
Considérant que le désistement des sieurs Parmentier et Grillet est pur et simple, et que rien ne s'oppose à ce qu'il soit admis ;
Notre conseil d'État entendu,
Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :
Art. 1er. Il est donné acte aux sieurs Parmentier et Grillet, et à notre ministre des travaux publics, du désistement ci-dessus visé.
Art. 2. Notre garde-des-sceaux, ministre secrétaire d'État au département de la justice et des cultes, et notre ministre secrétaire d'État au département des travaux publics, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

Mines de lignite de Vagnas.

Ordonnance du 13 *janvier* 1842, *portant qu'il est fait concession aux sieurs* Jean-Pierre Vital *et* Jean-Xavier Chaussade, *de mines de lignite situées dans la commune de* Vagnas (Ardèche).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra *le nom de concession de Vagnas*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :
De l'angle sud-ouest du village de Vagnas, formant la jonction des chemins de la Rochette et de Bruyas, en suivant ce dernier chemin, au four à tuile et à la maison Ribourousse ; de là, par une suite de lignes droites passant par Frigoulet, Guinot, Égaux, Picourel et la Rochette ; de là, en suivant le chemin de la Rochette à Vagnas, jusqu'à la jonction du chemin de Bruyas, point de départ ;
Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de un kilomètre carré, quatre-vingt-quinze hectares.

Ordonnance du 13 *janvier* 1842, *portant qu'il est fait concession aux sieurs* Jean-Marie, Claude-Marie *et* Gilbert Gillier frères, Jean-François-Magloire *et* Napoléon-Hippolyte Mortier frères, *à la* veuve Journoud *et au sieur* Jean-Claude Journoud fils, *aux sieurs* Jean *et* Jean-Marie Teillard, André Blacheyre, Henri-Pierre *et* Jean-Baptiste Point, Jean-Pierre Delay, Benoît Pierron, Jean-Etienne Vindry *et* Irénée Grignoux, *de mines de houille situées dans les communes de* Saint-Paul-en-Jarrêt *et de* Cellieu (Loire). Mines de houille de la Péronnière.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de la Péronnière*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au sud-est et *au nord-est*, 1° la rive droite du Gier, en descendant, depuis le confluent du ruisseau de Richorier, point X du plan, jusqu'au point M où elle est rencontrée par le prolongement d'une droite tirée de l'angle T de la maison Mosnier au point D, intersection du chemin du moulin Chavillon à Frontignat, avec une ligne menée du centre du puits Piney au centre du puits Frontignat; cette partie de la rive droite du Gier faisant limite commune avec la présente concession et celle de la Grand-Croix; 2° la portion MK de la droite ci-dessus déterminée, qui se trouve comprise entre le point M. de la rive droite du Gier et le point K du ruisseau de Faverge, ladite ligne MK faisant aussi limite commune entre la présente concession et celle de la Grand-Croix;

Au nord, l'axe du ruisseau de Faverge, depuis le point K jusqu'à son intersection N avec une ligne BC tirée du carrefour B situé près de Comb-Reigol, au carrefour C situé entre le puits Gonon et la Combe ou ruisseau du Treyve.

Au sud ouest, une ligne tirée du point N au confluent X du ruisseau de Richorier dans la rivière du Gier, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de soixante-dix-neuf hectares.

Art. 4. Le droit attribué aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, est réglé à une redevance en nature proportionnelle aux produits de l'extraction, laquelle sera payée par les concessionnaires aux propriétaires des terrains sous lesquels ils exploiteront. Cette redevance est et demeure fixée ainsi qu'il suit :

Pour les couches de deux mètres de puissance et au-dessus, à ciel ouvert, la redevance sera le quart du produit brut ; par puits jusqu'à cinquante mètres, inclusivement, le sixième ; de cinquante à cent mètres, le huitième ; de cent à cent cinquante mètres, le dixième ; de cent cinquante à deux cents mètres, le douzième ; de deux cents à deux cent cinquante mètres, le quatorzième ; de deux cent cinquante à trois cents, le seizième ; et au delà de trois cents mètres, le vingtième.

Ces fractions diminueront d'un tiers pour les épaisseurs des couches de deux à un mètre ; de moitié pour les épaisseurs d'un à un demi-mètre, et de trois quarts pour les couches, au-dessous d'un demi-mètre ; le tout, ainsi qu'il est indiqué au tableau suivant.

Enfin, toutes ces fractions seront réduites d'un tiers, dans le cas où les concessionnaires emploieraient la méthode d'exploitation dite par remblais. Néanmoins, cette réduction n'aura lieu que dans le cas où il sera reconnu que le remblai occupera la huitième partie au moins des excavations opérées, et que la méthode procurera l'enlèvement des cinq sixièmes au moins de la houille contenue dans chaque tranche de couche en extraction.

Le remblai s'entendra des matières transportées et disposées de manière à soutenir le toit des excavations, et non des débris détachés du toit de la couche, soit par éboulement naturel, soit artificiellement.

TABLEAU *des redevances à payer aux propriétaires de la surface par les concessionnaires.*

PROFONDEURS.	PUISSANCE DES COUCHES.			
	2 mètres et au-dessous.	De 2 mètres à 1 mètre.	De 1 mètre à 1/2 mètre.	Au-dessous de 1/2 mèt
A ciel ouvert. . .	1/4	1/6	1/8	1/16
Par puits jusqu'à 50ᵐ inclusivement.	1/6	1/9	1/12	1/24
De 50ᵐ à 100ᵐ. .	1/8	1/12	1/16	1/32
De 100ᵐ à 150ᵐ.	1/10	1/15	1/20	1/40
De 150ᵐ à 200ᵐ.	1/12	1/18	1/24	1/48
De 200ᵐ à 250ᵐ.	1/14	1/21	1/28	1/56
De 250ᵐ à 300ᵐ.	1/16	1/24	1/32	1/64
Au delà de 300ᵐ. .	1/20	1/30	1/40	1/80

Art. 5. Les dispositions du tarif ci-dessus seront applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter des conventions antérieures entre les concessionnaires et les propriétaires de la surface, lesdites conventions étant à cet égard déclarées nulles et non-avenues.

Art. 6. Les nombres portés dans le tarif ci-dessus à la colonne *profondeurs*, expriment les distances verticales qui existent entre le sol de chaque place d'accrochage (ou recette) de la houille à l'intérieur de la mine, et le seuil bordant à l'extérieur l'orifice du puits, soit que l'extraction s'opère par un puits vertical, soit qu'elle ait lieu par un puits incliné (ou fendue). Le cas arrivant où la tonne (ou benne) qui contient la houille serait accrochée au bas d'un plan incliné sur le prolongement d'un puits vertical, la profondeur ne sera comptée qu'à partir de la naissance du puits vertical.

Art. 7. Les puissances des couches de houille portées au tarif, expriment les épaisseurs réunies des différents lits (ou mises) de houille, dont se compose une même couche, déduction faite des bancs de rochers interposés entre ces lits. Toutefois la déduction aura lieu seulement à l'égard des bancs ou bandes de rochers qui se seront présentés avec continuité sur une surface de cent mètres carrés au moins, avec une épaisseur moyenne de dix centimètres et au-dessus.

Art. 4. Le droit attribué aux proprié[illegible] par jour en face, par les articles 6 et 42 de la loi du [illegible] ient mieux la le produit des mines concédées, e[illegible] a payée par se[illegible] vance en nature proportionnelle au [illegible] le prix courant de traction, laquelle sera payée par [illegible] concessions voisines. propriétaires des terrains sous [illegible] aux concessionnaires Cette redevance est et demeure [illegible] ur leur redevance, soit

Pour les couches de deu[illegible] e déclaration sera obli-dessus, à ciel ouvert, la re[illegible] a couche en exploitation duit brut; par puits jusqu[illegible] aura été faite. ment, le sixième; de cin[illegible] de cent à cent cinquant[illegible] quante à deux cents r[illegible] à deux cent cinquan[illegible] cent cinquante à t[illegible] trois cents mètres

Ces fractions [illegible] des couches de [illegible] seurs d'un à [illegible] couches, au [illegible] est indiqué [illegible]

Enfin [illegible] dans le [illegible] thode [illegible] rédu[illegible] que [illegible] ex[illegible] l'[illegible]

[illegible] 1842, *portant qu'il est* [illegible] *de la* Grand-Croix [illegible] *de* 14 *hectares* 40 *ares*, *situé* [illegible] *de* Saint-Paul-[illegible]

[illegible]

[illegible] de terrain, et con[illegible] la concession de [illegible] qu'il suit,

[illegible] partant de l'angle sud de [illegible] par l'angle sud [illegible] du village de Savoye, [illegible] sur le cours du ruis[illegible]

[illegible] le cours du ruisseau [illegible] confluent dans la [illegible]

[illegible] confluent sur l'angle [illegible] point I situé à [illegible] formant limite [illegible] et la concession de [illegible]

[illegible] une ligne IK, menée [illegible] de Faverge au point K, lequel [illegible] de Faverge [illegible] Y de la maison Mosnier [illegible] de maison Chervillon

centre du puits Piney
la ligne KM tirée du
,usqu'au point M sur la
, ladite ligne KM formant
ıte concession et la conces-
ıve droite du Gier depuis le
du ruisseau de Richorier,
rtie de la rive droite du Gier
ıne entre la présente concession

cours du Richorier en remontant,
ans le Gier jusqu'à son intersection
ıl le plus voisin de la grange Merlin
ıis ledit chemin vicinal depuis le point
ud de la grange Merlin, point de dé-

es renfermant une étendue superficielle de
s vingt-un hectares, quarante ares.
supra.)
our le territoire ZIKM présentement ajouté à
on de la Grand-Croix, les dispositions du tarif
seront applicables, nonobstant les stipulations
es qui pourraient résulter de conventions anté-
entre les concessionnaires et les propriétaires de la
ce, lesdites conventions étant à cet égard déclarées
es et non avenues.

Art. 6. S'il existe de telles conventions pour le territoire houiller concédé par l'ordonnance du 1er décembre 1824, elles continueront à être exécutées, pourvu toutefois qu'elles ne soient pas en opposition avec les règles qui seront prescrites, en vertu de la présente ordonnance, pour la conduite des travaux souterrains, dans la vue d'une bonne exploitation. Dans le cas contraire, lesdites conventions ne pourront donner lieu, entre les parties intéressées, qu'à une action en indemnité, et la rétribution restera déterminée selon ce qui est spécifié en l'art. 4.

Art. 7, 8 *et* 9 (*comme les art.* 6, 7 *et* 8 *de l'ordonnance relative à la concession de la* Péronnière).

Ordonnance royale du 19 janvier 1842, qui apporte des modifications au régime des eaux du bocard

Bocard. à Montiers.

Art. 8. La redevance sera délivrée jour par jour en nature, à moins que les propriétaires n'aiment mieux la recevoir en argent. Dans ce cas, elle sera payée par semaine par les concessionnaires, suivant le prix courant de la houille de même qualité dans les concessions voisines.

Les propriétaires devront déclarer aux concessionnaires en quelle valeur ils veulent percevoir leur redevance, soit en nature, soit en argent, et cette déclaration sera obligatoire, jusqu'à l'abandon de la couche en exploitation au moment où la déclaration aura été faite.

Mines de houille de la Grand-Croix.

Ordonnance du 13 *janvier* 1842, *portant qu'il est fait réunion à la concession de la* Grand-Croix *d'un terrain houiller de* 14 *hectares* 40 *ares*, *situé au lieu dit* Frontignat, *commune de* Saint-Paul-en-Jarrêt (Loire).

(Extrait.)

Art. 2. Par suite de cette adjonction de terrain, et conformément au plan ci-dessus mentionné, la concession de la *Grand-Croix* est et demeure limitée ainsi qu'il suit, savoir :

Au sud-est, une ligne droite partant de l'angle sud de la grange Merlin point Y du plan, passant par l'angle sud de la maison située le plus au midi du village de Savoye, et prolongée jusqu'à son intersection avec le cours du ruisseau de Dorlay, point L du plan ;

A l'est, de ce point d'intersection, le cours du ruisseau de Dorlay, en descendant, jusqu'à son confluent dans la rivière du Gier, point Z du plan ;

Au nord, une ligne menée de ce confluent sur l'angle T de la maison Mosnier, mais arrêtée au point I situé à 200 mètres de cet angle, ladite ligne ZI formant limite commune entre la présente concession et la concession de Corbeyre ;

Au nord-ouest et au sud-ouest, 1° une ligne IK, menée du point I sur le ruisseau de Faverge au point K, lequel est déterminé par l'intersection dudit ruisseau de Faverge avec une ligne menée de l'angle T de la maison Mosnier au point d'intersection D du chemin du moulin Chevillon

à Frontignat, avec une ligne tirée du centre du puits Piney au centre du puits Frontignat; 2° la ligne KM tirée du point K au point D et prolongée jusqu'au point M sur la rive droite de la rivière du Gier, ladite ligne KM formant limite commune entre la présente concession et la concession de la Péronnière; 3° la rive droite du Gier depuis le point M jusqu'au confluent du ruisseau de Richorier, point X du plan; cette partie de la rive droite du Gier faisant aussi limite commune entre la présente concession et celle de la Péronnière;

A l'ouest et au sud, le cours du Richorier en remontant, depuis son confluent dans le Gier jusqu'à son intersection avec le chemin vicinal le plus voisin de la grange Merlin point V du plan, puis ledit chemin vicinal depuis le point V jusqu'à l'angle sud de la grange Merlin, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de deux kilomètres vingt-un hectares, quarante ares.

Art. 4. (*ut supra.*)

Art. 5. Pour le territoire ZIKM présentement ajouté à la concession de la Grand-Croix, les dispositions du tarif ci-dessus seront applicables, nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre les concessionnaires et les propriétaires de la surface, lesdites conventions étant à cet égard déclarées nulles et non avenues.

Art. 6. S'il existe de telles conventions pour le territoire houiller concédé par l'ordonnance du 1er décembre 1824, elles continueront à être exécutées, pourvu toutefois qu'elles ne soient pas en opposition avec les règles qui seront prescrites, en vertu de la présente ordonnance, pour la conduite des travaux souterrains, dans la vue d'une bonne exploitation. Dans le cas contraire, lesdites conventions ne pourront donner lieu, entre les parties intéressées, qu'à une action en indemnité, et la rétribution restera déterminée selon ce qui est spécifié en l'art. 4.

Art. 7, 8 *et* 9 (*comme les art.* 6, 7 *et* 8 *de l'ordonnance relative à la concession de la* PÉRONNIÈRE).

Ordonnance royale du 19 *janvier* 1842, *qui apporte des modifications au régime des eaux du bocard* **Bocard. à Montfaucon.**

que le sieur Colas *a établi, en vertu de l'ordonnance du* 22 *juillet* 1834, *sur une dérivation de la rivière de* Saulx, *commune de* Montiers (Meuse).

Usine à fer, à Uzerches.

Ordonnance royale du 19 *janvier* 1842, *portant que le sieur* Peyramaure *est autorisé à construire, sur le ruisseau de* Bradascon, *commune d'*Uzerches (Corrèze), *une usine à fer composée de deux feux d'affinerie et d'un marteau.*

Bocard et patouillet, à Sommancourt.

Ordonnance royale du 19 *janvier* 1842, *portant que le sieur* Thomas *est autorisé à établir un bocard à mines à cinq pilons et un patouillet à deux huches pour la préparation du minerai de fer, dans la commune de* Sommancourt (Haute-Marne).

Usine à fer, à Sari.

Ordonnance royale du 7 *février* 1842, *portant que le sieur* Poli *est autorisé à établir une usine à fer composée de deux hauts-fourneaux pour la fusion du minerai de fer, sur sa propriété, au* lieu dit Solenzara, *sur la rivière de ce nom, dans la commune de* Sari (Corse).

(Extrait.)

Art. 7. Le permissionnaire est tenu d'avoir un compte ouvert au bureau des douanes de Solenzara. Il se soumettra au recensement sans que la présence d'un officier de police soit nécessaire.

Ordonnance royale du 7 février 1842, *portant que les sieurs* Labbé frères *et* Legendre *sont autorisés* : 1° *A modifier les dispositions du haut-fourneau qu'ils ont établi dans la commune de* Cosnes (Moselle), *en vertu de l'ordonnance du* 18 *février* 1836 ; 2° *à établir un bocard à huit pilons pour le bocardage des crasses et des laitiers dans la commune de* Gorcy (même département). Haut-fourneau, à Cosnes. Bocard, à Gorcy.

Ordonnance du 22 *février* 1842, *portant qu'il est fait concession au sieur* Jean Menans *de mines de houille situées dans l'arrondissement de* Charolles (Saône-et-Loire). Mines de houille de Pully.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Pully*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, par une ligne droite menée du point M, milieu de la bonde de l'étang des Roches, au pignon sud-ouest de la maison dite Lavella et prolongée jusqu'au point X où elle rencontre la rive droite de la rivière d'Arroux ;

A l'est, par la rive droite de la rivière d'Arroux jusqu'au point Y, confluent du ruisseau venant de l'étang de Rochefort ;

Au sud, par une ligne droite allant du point Y au point Z, intersection de deux chemins situés dans le bois dit la Coupe-de-la-Valette ; cette intersection se trouvant à 1090 mètres au nord-est du milieu de la chaussée de l'étang de la Valette (point K), et par une autre ligne droite menée dudit point Z au point N, intersection de la limite séparative des communes de Vanderesse et d'Uxeau, par une ligne droite allant du milieu de la bonde de l'étang des Roches à l'angle nord de la maison Millet au hameau de Chez Buisson ;

A l'ouest, enfin par la portion de ladite ligne droite

comprise entre le point N et le point M, point de départ;

Lesdits limites renfermant une étendue superficielle de 5 kilomètres carrés, quatre-vingt-deux hectares.

Ordonnance du 11 *mars* 1842, *portant qu'il est fait concession au sieur* Louis-Guillaume LEGUAY *de mines de houille situées dans la commune de* NÉRIS (Allier).

Mines de houille des Biolles.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession des Biolles*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, en partant du chemin de Montluçon à Néris, une ligne menée du point B, angle sud de la grange du domaine des Forettes au point C, intersection du chemin de Montluçon à Commentry avec le ruisseau de Lamarou; ladite ligne B C servant aussi de limite à la concession des *Ferrières*;

A l'est, 1° Une ligne menée du dernier point ci-dessus au point G, intersection du chemin des Biolles à *Montassiégé* avec le ruisseau de Lamarou, ladite ligne C G servant aussi de limite à la concession du *Marais*; 2° A partir de ce point G, la ligne sinueuse qui limite à la fois la commune et la concession de Commentry, jusqu'au point H, commun aux trois communes de Commentry, Néris et de Doradot;

Au sud, une ligne partant de ce dernier point, et aboutissant au point I, intersection des deux petits ruisseaux, dont l'un vient de Montigny et l'autre des Triers;

A l'ouest, une ligne partant de ce dernier point, et aboutissant sur le chemin de Montluçon à Néris au point de départ B, angle sud de la grange du domaine des Forettes;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 3 kilomètres carrés, cinquante-huit hectares.

Ordonnance du 11 *mars* 1842, *portant qu'il est fait concession aux sieurs* Marie-François-Émile Villatte de Peufeilhoux, François-Amédée Villatte de Peufeilhoux, *à la dame* Catherine-Bathilde Villatte de Peufeilhoux, *épouse du sieur* Gilbert Bon, Raymond Mettenier de Bussière, *et à la veuve* Madeleine-Louise Villatte de Peufeilhoux, *épouse du sieur* Jean-Louis-Désiré-Eugène Lecomte, *de mines de houille situées dans les communes de* Néris *et de* Chamblet (Allier).

Mines de houille des Ferrières.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession des Ferrières*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, 1° Une ligne partant de l'angle est de la maison du domaine de Boudesoulle, point F du plan, et aboutissant au point E, intersection du chemin de Chamblet à Néris avec le ruisseau de Lamarou; 2° Une autre ligne partant de ce dernier point, et aboutissant au point D, angle sud-ouest de la maison du sieur Moyat Claude au village des Thuelles, n° 549 de la matrice cadastrale;

A l'est, une ligne partant de ce dernier point, et aboutissant au point C, intersection du chemin de Montluçon à Commentry avec le ruisseau de Lamarou, ladite ligne DC servant aussi de limite à la concession *du Marais;*

Au sud, 1° Une ligne partant du dernier point ci-dessus, et aboutissant sur le chemin de Néris à Montluçon, au point B, angle sud de la grange du domaine des Forettes; ladite ligne CB servant aussi de limite à la concession *des Biolles*; 2° Une autre ligne partant du dernier point ci-dessus, et aboutissant au point A, angle est de la maison du domaine d'en haut, située à Cerclier;

A l'ouest, une ligne partant de ce dernier point, et aboutissant à l'angle est de la maison du domaine de Boudesoule, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 3 kilomètres carrés, soixante-neuf hectares.

Mines de houille du Marais.

Ordonnance du 11 mars 1842, portant qu'il est fait concession aux sieurs Palamède-Gilbert de Montaignac de Chauvance, Hippolyte Drouillard, Denis Benoist *et* Palamède-Gilbert-Israël comte de Raffin, *de mines de houille situées dans les communes de* Chamblet *et de* Néris (Allier).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession du Marais*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, à partir du point D, angle sud-ouest de la maison du sieur Mayat Claude, au village des Thuelles, n. 594 de la matrice cadastrale, une ligne menée au point Q, angle est de la location qui appartient aux héritiers Raymont, n. 301 de la matrice;

A l'est, 1° une ligne menée du dernier point ci-dessus au point P, intersection de la route de Commentry à Montluçon, avec le chemin de Magnier au moulin de Beaufra-mon; 2° de ce dernier point, une ligne dirigée sur la cheminée de la machine à vapeur de l'ancienne fabrique de glaces de Commentry, mais arrêtée au point où elle rencontre la limite de la concession de Commentry, point O du plan;

Au sud, ladite limite, depuis le point O jusqu'à celui où le chemin de Biolles à Montassiégé traverse le ruisseau de Lamarou, point G du plan ;

A l'ouest, 1° une ligne menée de ce dernier point au point C, intersection du chemin de Montluçon à Commentry avec le chemin de Lamarou ; ladite ligne C G, servant aussi de limite à la concession de Biolles ; 2° du dernier point ci-dessus, une ligne menée au point de départ D, angle sud-ouest de la maison du sieur Mayat Claude, au village de Thuelles, ladite ligne C D, servant aussi de limite à la concession des Ferrières ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de deux kilomètres carrés, quatre-vingt-dix-sept hectares.

Cahier des charges de la concession du Marais.

(Extrait.)

Art. 7. Dans le cas où les travaux projetés par les con-

cessionnaires devraient s'étendre, soit sous la route de Montluçon à Commentry, soit à une distance de ses bords moindre de 10 mètres, ces travaux ne pourront être exécutés qu'en vertu d'une autorisation du préfet, donnée sur le rapport des ingénieurs des mines et des ingénieurs des ponts et chaussées.

L'autorisation pourra même être refusée s'il est reconnu que, malgré les précautions qui auraient été prescrites, ces travaux seraient de nature à compromettre la conservation de la route et la sûreté publique.

Ordonnance du 11 *mars* 1842, *portant qu'il est fait concession aux sieurs* Jean-Baptiste Ferrat *et* Louis Moulin, *de mines de lignite situées dans les communes de* Sigonce *et* Forcalquier (Basses-Alpes).

Mines de lignite des Gaillardons.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession des Gaillardons*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir:

Au nord, à partir du point H, situé à l'intersection des limites des trois communes de Revest, Sigonce et de Fontienne, par le torrent de Barlière jusqu'au point I, où ce torrent est coupé par le prolongement de la ligne droite A D, formant la limite ouest de la concession des mines de Sigonce, instituée par notre ordonnance du 27 mai 1836.

A l'est, à partir du point I, par ladite ligne droite, limite de la concession de Sigonce, jusqu'au point A, où le torrent de Barlière est traversé par le chemin de Sigonce à Pierrerue;

Au midi, par deux lignes droites, allant du point A ci-dessus déterminé à la maison la plus au nord des Cabanons dite Grangeons-de-Sube, point R, et de ce point R au point S, déterminé par l'intersection du chemin de Sigonce à Forcalquier, avec une ligne droite menée du point de départ H au point G, qui est située à 300 mètres à l'ouest de la maison des Paons;

A l'ouest, à partir du point S, par la ligne droite S H,

menée au point d'intersection des limites des trois communes de Revest, de Fontienne et de Sigonce, point de départ de la présente délimitation ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 4 kilomètres carrés, 13 hectares ;

Patouillet et lavoirs à bras, à Barbaise.

Ordonnance du 11 *mars* 1842, *portant que le sieur* Potoine *est autorisé à établir un patouillet et deux lavoirs à bras, pour le lavage du minerai de fer, sur la tête d'eau du moulin de* Barbaise, *commune de ce nom* (Ardennes), *qu'il tient à bail du sieur* Mesmin.

(Extrait.)

Art. 13. L'opération du lavage et du patouillage cessera tous les ans au 15 avril, et ne sera reprise qu'après la récolte.

L'époque de la reprise sera fixée chaque année par le préfet, sur le vu des certificats délivrés à la diligence du permissionnaire, par le maire de Barbaise, lequel attestera que la récolte des regains est terminée.

Art. 22. La présente autorisation n'est valable que jusqu'au 1er juin 1849, époque à laquelle expire le bail consenti au sieur Potoine, par le sieur Mesmin, propriétaire du moulin de Barbaise.

Usine à fer de Ballerand.

Ordonnance du 11 *mars* 1842, *portant que le sieur* Pilté-Divernois *est autorisé à ajouter à l'usine à fer qu'il possède à* Ballerand, *sur le* Bandiat, *commune de* Marval, *arrondissement de* Rochechouart (Haute-Vienne), *deux feux d'affinerie, un feu de chaufferie, les machines soufflantes nécessaires, et les machines propres à comprimer, étirer et fondre le fer.*

Ordonnance du 11 mars 1842, portant ... l'État est autorisé à ... à la mine de Salins ... eaux salées.

(Extrait ...

ni-
ur
ré-
tre
er-

le

o-
nt

re
re

Patouillets à Talmay.

Usine à fer du Chollet.

administrative le règlement des droits du vicomte de l'Espine, propriétaire de la surface, sur le produit des recherches de la compagnie d'Asda ; .

Vu la décision de notre ministre des travaux publics en date du 16 août 1841, laquelle a autorisé la compagnie de Bully et Fragny à vendre les charbons provenant des recherches qu'elle a exécutées antérieurement à notre ordonnance du 19 septembre 1840 ;

Vu les citations en date des 8 et 9 octobre 1841, données aux sieurs Marnier et d'Asda, tendantes à les faire comparaître devant le tribunal de police correctionnelle de Roanne, prévenus de détournement d'effets et objets appartenant à des tiers ;

Vu le déclinatoire présenté audit tribunal de police correctionnelle de Roanne par le préfet de la Loire le 26 janvier 1842 ;

Vu le jugement dudit tribunal du 29 janvier 1842, par lequel il rejette ledit déclinatoire, se déclare compétent et retient l'affaire ;

Vu la lettre du 5 mars 1842, par laquelle notre garde des sceaux transmet au vice-président de notre conseil d'État les pièces ci-dessus visées ;

Vu les lois des 16, 24 août 1790 et 16 fructidor an 3 ;

Vu la loi du 21 avril 1810 ;

Vu les ordonnances des 1er juin 1828 et 12 mars 1831 ;

Ouï M. Boulatignier, maître des requêtes, remplissant les fonctions du ministère public ;

Considérant que notre ordonnance du 16 avril 1841, rendue sur conflit, a déclaré non avenu le jugement du 20 novembre 1839, qui avait maintenu jusqu'après l'accomplissement de certaines formalités, le séquestre judiciaire établi sur les charbons extraits des mines dont il s'agit, et que la décision de notre ministre des travaux publics du 16 août 1841, a autorisé la compagnie de Bully et Fragny à vendre les charbons provenant des recherches qu'elle a exécutées antérieurement à notre ordonnance du 19 septembre 1840 ;

Considérant que l'action correctionnelle intentée contre les sieurs Marnier et d'Asda a pour objet le détournement d'une certaine quantité de charbons saisis sur eux et confiés à la garde d'un séquestre judiciaire ; que l'action du ministère public soulève une question dont la solution est subordonnée à celle de savoir quel a été l'effet soit de notre

fer,
aille.

la Lavoirs à bras,
en à Bissey-la-Côte.
pa-
ns la

t *fait* Mines de houille
de Doué.
RTAUX,
LLIVIER-
mines de
SOULANGER,
LES VERCHERS,
e-et-Loire).

ra le nom de *con-*
ément au plan an-
'il suit, savoir :

53

Élection de domicile à faire par les propriétaires de mines.

Ordonnance du roi du 18 avril 1842, relative à l'élection de domicile que doivent faire les concessionnaires de mines, pour y recevoir les communications que l'administration peut avoir à leur adresser.

LOUIS-PHILIPPE, roi des Français, etc.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'État des travaux publics;

Vu l'art. 7 de la loi du 21 avril 1810, d'après lequel les mines, lorsqu'elles sont concédées, deviennent disponibles et transmissibles comme tous autres biens, sauf seulement le cas énoncé au second paragraphe du même article, et relatif aux ventes par lots ou à des partages;

Vu les dispositions de ladite loi et celles du décret du 3 janvier 1813 et de la loi du 27 avril 1838, qui ont chargé l'administration d'une surveillance spéciale sur les mines, et l'appellent en diverses circonstances à faire des notifications aux concessionnaires;

Considérant que, pour assurer l'exercice de cette surveillance, tout concessionnaire de mine doit indiquer un domicile où puissent lui être adressés les actes administratifs qui seraient à lui notifier en sa qualité de concessionnaire;

Qu'il en doit être de même lorsque la concession passe en d'autres mains, à quelque titre que ce soit;

Que ces formalités, en même temps qu'elles sont d'ordre public, importent aux concessionnaires eux-mêmes, puisqu'elles ont pour objet de les mettre en mesure de se faire entendre lorsqu'il s'agit d'appliquer à leur égard les dispositions prescrites par les lois;

Notre conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

Art. 1er. Tout concessionnaire de mine devra élire un domicile administratif, qu'il fera connaître par une déclaration adressée au préfet du département où la mine est située.

Art. 2. En cas de transfert de la propriété de la mine, à quelque titre que ce soit, l'obligation énoncée en l'article précédent est également imposée au nouveau propriétaire.

Art. 3. Notre ministre secrétaire d'État des travaux publics est chargé de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des lois.

Ordonnance du 18 *avril* 1842, *portant que le sieur* du Burguet de Chauffaille *est autorisé à établir dans son usine à fer de* Chauffaille, *commune de* Coussac-Bonneval (Haute-Vienne), *un feu de chaufferie au bois et une machine à fendre, avec spatards et taillants.* Usine à fer, de Chauffaille.

En conséquence ladite usine sera aujourd'hui composée d'un haut-fourneau, d'un patouillet et d'un bocard à crasses, de trois feux d'affinerie, d'un feu de chaufferie et d'une machine à fendre avec spatards et taillants.

Ordonnance du 18 *avril* 1842, *portant que la dame veuve* Darnel *est autorisée à maintenir en activité les dix lavoirs à bras destinés à la préparation du minerai de fer qu'elle possède dans la commune de* Bissey-la-Côte (Côte-d'Or). Lavoirs à bras, à Bissey-la-Côte.

Ordonnance du 18 *avril* 1842, *portant qu'il est fait concession aux sieurs* Louis-Auguste Heurtaux, François-Just Collet, Jacques-Gustave Ollivier-Delaleu *et* Jean-Adolphe Ollivier, *de mines de houille situées dans les communes de* Soulanger, La Chapelle-sous-Doué, Douces *et* Les Verchers, *arrondissement de* Saumur (Maine-et-Loire). Mines de houille de Doué.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Doué*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

A l'ouest, par une ligne droite menée du clocher de Verchers à la maison située le plus à l'ouest du village de Soulanger, et marquée F sur le plan;

Au nord-nord-est, par une ligne droite menée du point F au carrefour Bitault, point X, à l'intersection des limites des trois communes de Douces, de Vandelenay-Rillé, et des Verchers;

A l'est, par la ligne séparative des communes des Verchers et de Vandelenay-Rillé, jusqu'au point marqué D sur le plan, où cette ligne forme un angle saillant dans la commune des Verchers, et où elle quitte le chemin d'Argentay à Douces;

Enfin *au sud*, par une ligne droite menée du point D au clocher des Verchers, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de huit kilomètres carrés, quatre-vingt-douze hectares.

Mines de Saint-Georges de Lusançon.

Ordonnance du roi du 23 avril 1842, qui statue sur un arrêté de conflit pris par le préfet de l'Aveyron dans une contestation survenue entre les héritiers de Combettes-des-Landes *et le* trésor public, *relativement aux mines de* Saint-Georges de Lusançon.

Louis-Philippe, roi des Français,

Sur le rapport du comité de législation;

Vu l'arrêté, en date du 17 janvier 1842, par lequel le préfet du département de l'Aveyron a élevé les conflits d'attributions dans une contestation survenue entre les héritiers de Combettes-des-Landes et le trésor public, et dont est saisi le tribunal civil de Milhau;

Vu l'assignation, en date du 27 avril 1841, par laquelle lesdits héritiers de Combettes-des-Landes, tant en leur nom personnel que comme cessionnaires des droits des sieurs Morlhon, père et fils, ont ajourné les sieurs Balsa, Stock et Gypson d'une part, et le trésor public, d'autre part, devant le tribunal de Milhau aux fins ci-après,

est seule compé-
:ffets d'un contrat
tipulations écrites

ı 17 mars 1836,
t, a déclaré, par
:dées aux ayants
›son, et qu'ainsi
le soin de dé-
compagnie, et
ıite des traités
:onnus comme
›riétaires de la

ılsa s'est dis-
esures pour
t, et pour-
énéral des
·ment des
·les;
tive su-
ffets des
r où la
·ur les
endue
nines

Landes, en réponse à ce déclinatoire, ensemble les conclusions prises par notredit procureur ;

Vu le jugement, en date du 8 janvier 1842, par lequel le tribunal de Milhau a rejeté le déclinatoire du préfet ;

Vu toutes les autres pièces jointes au dossier, et notamment les observations adressées à notre conseil d'État par notre ministre des travaux publics le 18 mars dernier, et par notre ministre des finances, le lendemain, 19 du même mois ;

Vu les lettres de notre garde-des-sceaux au secrétaire général de notre conseil d'État, constatant que les pièces de l'affaire sont parvenues au ministère de la justice les 11 février et 5 mars derniers ;

Vu les lois des 28 juillet 1791 et 21 avril 1810, sur l'exploitation des mines ;

Vu les lois des 22 décembre 1790, 3 brumaire an IV, 2 germinal an V, 13 pluviôse an X, 13 décembre 1809, 25 mars 1817, 17 août 1822 et 29 janvier 1831, sur la liquidation de la dette publique ;

Vu les lois des 24 août 1790, 16 et 21 fructidor an III, l'arrêté du 13 brumaire an X, et les ordonnances royales des 1er juin 1828 et 12 mars 1831, sur la séparation générale des autorités administrative et judiciaire, et sur les conflits d'attributions ;

Ouï Me Augier, avocat des héritiers Combettes-des-Landes ;

Ouï M. Hély d'Oissel, maître des requêtes, remplissant les fonctions du ministère public ;

Considérant que la demande introductive d'instance et les conclusions ultérieures des héritiers de Combettes-des-Landes tendent : 1° à faire prononcer à leur profit la résolution de la vente consentie par eux à la compagnie Balsa, ladite vente ayant pour objet les mines de Saint-Georges-de-Luzançon, etc. ; 2° à faire condamner le trésor public à payer 50,000 fr. de dommages-intérêts pour certains torts et dommages qu'auraient éprouvés les propriétaires vendeurs, et à restituer les fruits que le trésor aurait perçus durant sa prétendue jouissance desdites mines ; 3° à faire reconnaître les droits des exposants sur lesdites mines, conformément à l'ordonnance royale du 17 mars 1836 ;

Sur le premier chef de demande :

Considérant que l'autorité judiciaire est seule compétente pour reconnaître et déclarer les effets d'un contrat privé, à défaut d'accomplissement des stipulations écrites audit contrat;

Sur le troisième chef de demande :

Considérant que notre ordonnance du 17 mars 1836, portant concession des mines dont il s'agit, a déclaré, par son article 6, que ces mines étaient concédées aux ayants droit de la compagnie Balsa, Slack et Gybson, et qu'ainsi elle a entendu laisser aux tribunaux civils le soin de décider quels sont les ayants cause de cette compagnie, et par conséquent, quels sont ceux qui par suite des traités qu'ils ont faits avec elle, doivent être reconnus comme étant à son lieu et place, et, à ce titre, propriétaires de la concession;

Sur le second chef de demande :

Considérant qu'au moment où la société Balsa s'est dissoute, l'administration publique a pris des mesures pour assurer la conservation des mines dont il s'agit, et pourvoir à leur exploitation, tant dans l'intérêt général des consommateurs, que dans l'intérêt du recouvrement des créances du trésor public sur ses agents-comptables;

Et qu'il n'appartient qu'à l'autorité administrative supérieure de statuer, soit sur le caractère et les effets des autorisations qui sont émanées d'elle jusqu'au jour où la concession a été définitivement accordée, soit sur les dommages-intérêts et les répétitions pour la prétendue jouissance que le trésor public aurait eue desdites mines depuis le 21 septembre 1811 ;

Notre conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1[er]. L'arrêté ci-dessus visé, du 17 janvier 1842, pris par le préfet du département de l'Aveyron, est confirmé, en ce qui concerne le second chef de demande ci-dessus relaté. Il est annulé pour le surplus.

Art. 2. Sont considérés comme non avenus, en ce qu'ils ont de contraire à la déclaration qui précède, l'assignation ci-dessus visée du 27 avril 1841, et le jugement du tribunal de Milhau du 8 janvier 1842.

Art. 3. Notre garde des sceaux, ministre secrétaire d'État

au département de la justice et des cultes, et notre ministre secrétaire d'État au département des travaux publics, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

Mines de lignite de Douvres.

Ordonnance du 2 mai 1842, portant qu'il est fait concession à MM. Antoine-Auguste Desmartin *et* Claude-Joseph Bonnet, *de mines de lignite situées dans l'arrondissement de* Belley (Ain).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Douvres*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, par le chemin d'Ambronay aux Merlants, à partir du point D, où ce chemin aboutit à la route de Lyon à Genève, puis par le chemin des Merlants à Laleporte jusqu'au point A d'intersection de ce chemin avec la ligne droite menée du grangeon de J.-B. Bondet au grangeon de Jérome et veuve Tenant, sis au *point M*;

A l'est, d'abord par la portion de la ligne droite précitée, comprise entre le point A et le grangeon appartenant à Jérome et à la veuve Tenant, puis par la ligne droite menée de ce dernier grangeon au grangeon Rufin, et terminée au point B d'intersection avec la ligne menée du point C de rencontre des deux grandes routes de Belley à Bourg et de Lyon à Genève, au lieu dit *Falavelière*;

Au sud, par la ligne droite passant par la Falavelière, et joignant les points B et C;

A l'ouest, par la portion de la grande route de Lyon à Genève, comprise entre le point C et le point D, où elle rencontre le chemin d'Ambronay aux Merlants, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de sept kilomètres carrés, quarante-deux hectares.

Mines de lignite de Priay.

Ordonnance du 2 mai 1842, portant qu'il est fait concession aux sieurs Joseph Nueux *et* Antoine

Marie-Adolphe Brac de Laperrière *de mines de lignite situées dans l'arrondissement de* Trévoux (Ain).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Priay*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

1° Du désert aux Grues, point O du plan, jusqu'au point Y de la rivière d'Ain;

2° La rive droite de la rivière d'Ain, depuis le point Y jusqu'au point M, situé sur la ligne menée de la maison de Chantegris au ponceau du bief de Chantegris;

3° Du point M au point N, intersection de la ligne précédente avec celle menée du château de Richemond au Mas;

4° Du point N au château de Richemond;

5° Enfin du château de Richemond au Désert, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de six kilomètres carrés, quatre-vingt-seize hectares.

Art. 6. Ils livreront annuellement pendant la durée de l'exploitation, deux cents quintaux métriques de lignite aux habitants pauvres de la commune de Priay, sur la désignation du conseil municipal.

Le prix du quintal métrique est fixé à 0 fr., 50 pour les cinq premières années. A l'expiration des cinq années, le prix sera revisé par le préfet du département, sur le rapport de l'ingénieur des mines, les concessionnaires et le conseil municipal de Priay ayant été entendus. Une révision semblable aura lieu dans les mêmes formes, de cinq ans en cinq ans.

Ordonnance du 2 mai 1842, portant qu'il est fait concession aux sieurs Joseph Nugue *et* Antoine-Marie-Adolphe Brac de Laperrière, *de mines de lignite situées dans l'arrondissement de* Trévoux (Ain). Mines de lignite de Mollon.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *con-*

cession de Mollon, est limitée conformément au plan annexé à l'ordonnance qui institue la concession de Priay, ainsi qu'il suit, savoir :

1° Du point Z de la rivière d'Ain, situé sur la ligne menée du clocher de Loyes au point X, situé à mille mètres du château de Fétans, sur la ligne allant de ce château au clocher de Crans ;

2° Du point X au point P, situé sur la ligne dirigée vers le Mas Durand et à l'intersection avec la ligne tirée du clocher de Crans au point Q, distant de onze cents mètres de la croisée des chemins de Gévrieux ;

3° Du point P au point R de rencontre de la ligne précédente avec la rivière d'Ain ;

4° Enfin du point R au point Z, en suivant la rive droite de l'Ain ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de six kilomètres carrés, vingt-deux hectares.

Usine à fer de Clerval.

Ordonnance du 15 *mai* 1842, *portant que les sieurs* Bouchot frères *sont autorisés à établir un second haut-fourneau dans leur usine à fer de* Clerval (Doubs)..

Mines de houille de Champleix.

Ordonnance du 20 *mai* 1842, *portant qu'il est fait concession à* M. Jean-Gilbert Rabusson de Lamothe *de mines de houille situées dans les communes de* Jaleyrac, Bassignac *et* Méallet (Cantal).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Champleix*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, par la rive droite de la rivière de Sumène, depuis le confluent du ruisseau de Marillon (dit aussi Marlion), point D du plan, jusqu'au point C, situé à 300 mètres en ligne droite et en aval du pont de Vendes ;

A l'ouest, du dernier point ci-dessus, par une ligne bri-

sée, passant par le clocher de Jaleyrac, et aboutissant à l'angle *est* du bâtiment le plus à l'*est* d'Angeroilles, point A du plan;

Au sud, par une ligne menée du dernier point ci-dessus à l'angle *sud* du bâtiment le plus au *sud* de Burdou, point E du plan;

A l'est, par une ligne menée du dernier point ci-dessus, au confluent du ruisseau de Marillon avec la Sumène, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de quatre kilomètres carrés, quatre-vingt-douze hectares.

Art. 4. Le droit attribué aux propriétaires de la surface par les art. 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, est réglé, 1° à une rente de *cinq centimes* par hectare, laquelle sera payée par le concessionnaire à tous les propriétaires de terrains compris dans les limites de la concession;

2° A une redevance proportionnelle aux produits de l'extraction, qui sera payée aux propriétaires des terrains sous lesquels on exploitera, et sera fixée ainsi qu'il suit :

Un centime par hectolitre comble de houille, lorsque l'extraction aura lieu à moins de 50 mètres de profondeur;

Un demi-centime lorsque l'extraction aura lieu de 50 à 100 mètres de profondeur;

Un quart de centime lorsque l'extraction sera faite à une profondeur excédant 100 mètres.

Cette rétribution sera applicable toutes les fois qu'il n'existera pas à ce sujet de conventions antérieures entre le concessionnaire et les propriétaires de la surface. S'il existe de telles conventions, elles seront exécutées, pourvu toutefois qu'elles ne soient pas en opposition avec les règles qui seront prescrites, en vertu de la présente ordonnance, pour la conduite des travaux souterrains, dans la vue d'une bonne exploitation. Dans le cas contraire, lesdites conventions ne pourront donner lieu, entre les parties intéressées, qu'à une action en indemnité, et la rétribution restera déterminée ainsi qu'il est dit au commencement du présent article.

Recherches de minerai de bitume dans la forêt de Hirtzbach.

Ordonnance du 20 mai 1842, qui autorise le sieur HOGARD *à faire des recherches de minerai de bitume dans la forêt communale de* HIRTZBACH (Haut-Rhin).

LOUIS-PHILIPPE, etc.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'État des travaux publics;

Vu la demande formée, le 13 avril 1838, par le sieur Charles-Henri Hogard, à l'effet d'obtenir l'autorisation d'opérer des recherches de minerai de bitume, dans la forêt communale de Hirtzbach (Haut-Rhin);

La délibération, du 10 mai, par laquelle le conseil municipal de Hirtzbach refuse son consentement;

La demande tendant aux mêmes fins que la précédente, et présentée le 14 juin, par le sieur Stéhelin et Cie;

Les lettres du sieur Hogard, des 30 novembre 1840 et 1er février 1842;

Le procès-verbal du garde général des forêts, du 22 janvier 1841, et la lettre du conservateur des forêts, du 16 septembre;

Le rapport des ingénieurs des mines, des 21 mars et 21 avril 1841;

L'avis du préfet, du 30 novembre;

L'avis du directeur général de l'administration des forêts, du 17 février 1842;

L'avis du conseil général des mines, du 25 mars;

Vu les articles 10, 43 et 44 de la loi du 21 avril 1810;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1er. Le sieur Charles-Henri Hogard est autorisé à exécuter des recherches de minerai de bitume dans le canton dit Saint-Offre, dépendant de la forêt communale de Hirtzbach.

Art. 2. Cette autorisation est accordée pour deux années, à compter du jour de la notification qui en aura été faite au sieur Hogard.

Art. 3. Avant de commencer les travaux, le permissionnaire payera à la commune de Hirtzbach les indemnités qui pourront lui être dues à raison de l'occupation du terrain.

Art. 4. A défaut d'accord entre les parties, lesdites indemnités seront réglées par le conseil de préfecture, d'après le mode établi par les articles 56 et 57 de la loi du

16 septembre 1807, et en suivant les règles prescrites par les articles 43 et 44 de la loi du 21 avril 1810.

Art. 5. Le permissionnaire sera, en outre, tenu d'indemniser le sieur Stéhelin et Cie des travaux de recherches exécutés par eux précédemment, et dont il profiterait pour ses propres explorations.

Art. 6. Avant de commencer aucune fouille, le sieur Hogard préviendra le garde général du cantonnement, qui dressera, en sa présence, procès-verbal de l'état des lieux.

Art. 7. Les déblais provenant des fouilles seront déposés dans les places qui auront été désignées par le garde général, de concert avec le maire de la commune, et, de préférence, dans les excavations qui existent aux environs, et qui proviennent des anciennes fouilles faites pour l'extraction du minerai de fer.

Art. 8. Le permissionnaire devra combler et niveler, autant que possible, les excavations produites par ses recherches au fur et à mesure que les fouilles seront abandonnées. A son défaut, ces travaux seront exécutés d'office et à ses frais, par les ordres du maire de Hirtzbach.

Art. 9. Il se conformera, pour la direction des recherches et la sûreté des ouvriers, aux lois et règlements sur les mines, et aux instructions qui pourront lui être données par le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines.

Art. 10. Il n'est rien préjugé sur le choix qui pourra être fait ultérieurement du concessionnaire, si l'on vient à découvrir un gîte concessible, et tous travaux d'exploitation sont formellement interdits jusqu'à ce que cette concession ait été instituée.

Art. 11. En cas de cessation de travaux sans cause reconnue légitime, de contraventions aux lois et règlements ou d'inexécution des conditions ci-dessus prescrites, la présente permission cessera de plein droit d'avoir son effet, sans préjudice des poursuites qui pourraient être à exercer devant les tribunaux, conformément au titre X de la loi du 21 avril 1810.

Elle cessera également de plein droit dans le cas où une concession serait instituée avant le terme fixé par l'art. 2.

Art. 12. Notre ministre secrétaire d'État au département des travaux publics est chargé de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera affichée pendant un mois, à la diligence du préfet, et aux frais du permissionnaire, dans la commune de Hirtzbach.

Usine à fer, à Bernos.

Ordonnance du 5 juin 1842, qui apporte des modifications, en ce qui concerne la construction du passelis, aux dispositions de l'ordonnance du 28 février 1840, qui a autorisé le sieur Paulin *à établir une usine à fer sur le* Ciron*, à* Beaulac*, commune de* Bernos (Gironde).

Forge de Grattepierre.

Ordonnance du 5 juin 1842, portant que la dame veuve Raux *est autorisée à conserver et maintenir en activité la forge qu'elle possède sur l'*Artoise*, à* Grattepierre*, dans la commune de* Saint-Michel (Aisne); *ladite forge comprenant un feu d'affinerie, une machine soufflante et les machines de compression nécessaires à la fabrication du fer.*

(Extrait.)

Art. 10. La permissionnaire est tenue d'avoir un compte ouvert au bureau de la douane de Saint-Michel;

Elle se soumettra à l'exercice des employés des douanes, sans que ceux-ci soient tenus de se faire assister d'un officier municipal.

Usine à fer, à Alciette-Bascassar.

*Ordonnance du 4 juin 1842, portant qu'un nouveau délai de deux années est accordé pour l'achèvement des travaux relatifs à l'usine à fer autorisée par l'ordonnance du 27 mai 1839, dans la commune d'*Alciette-Bascassan (Basses-Pyrénées), *et que ce délai courra à partir du jour de l'expiration de celui qui avait été fixé par ladite ordonnance.*

Usine à fer, à Montboyer.

Ordonnance du 5 juin 1842, portant que, d'après la renonciation du sieur Paulet*, l'ordonnance*

du 8 juin 1838 qui l'a autorisé à construire une usine à fer au moulin du Chateau-Joliet, *dans la commune de* Montbajer (Charente), *est rapportée.*

Ordonnance du 8 juin 1842, portant que l'article 5 de l'ordonnance du 22 décembre 1838, qui oblige les propriétaires du haut-fourneau de Sainte-Claire, *commune de* Villerupt (Moselle), *à ne tirer de France que le sixième au plus des bois et charbons de bois nécessaires au roulement de cette usine, est abrogé, et qu'il n'est en rien dérogé aux autres articles de cette ordonnance, qui continueront à recevoir leur plein et entier effet.* Haut-fourneau, à Sainte-Claire.

Ordonnance du 8 juin 1842, portant que le sieur Bernard Fouquet *est autorisé à établir une usine pour le laminage du cuivre et du zinc sur la rivière du* Ternant, *dans la commune de* Saint-Laurent-du-Tencement (Eure). Usine pour le laminage du cuivre et du zinc, à Saint-Laurent-de-Tencement.

Cette usine se composera d'un four à reverbère, d'un laminoir et des accessoires nécessaires au laminage.

Ordonnance du 8 juin 1842, portant que la dame veuve comtesse de Lavieuville *propriétaire des forges de* Villerupt, *arrondissement de* Briey (Moselle), *est autorisée à établir dans ses usines un second haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer, qui sera placé à côté du premier et dans le même bâtiment.* Usine à fer de Villerupt.

Ordonnance du 8 juin 1842, portant que le sieur Guion de Saint-Victor *est autorisé à établir, dans sa propriété du* Bois-Monsieur, *commune de* Haut-fourneau et bocard, à Sexey-aux-Forges.

SEXEY-AUX-FORGES (Meurthe) : 1° *Un haut-fourneau servant à la fusion du minerai de fer ; 2° un bocard avec l'appareil nécessaire au lavage, lequel bocard servira à la préparation du minerai de fer et au bocardage des laitiers porvenant du haut-fourneau*. . . .

Bocard et patouillet, à Attancourt.

Ordonnance du 8 juin 1842, portant que le sieur DANELLE *est autorisé à transférer, sur la tête d'eau du moulin qu'il possède dans la commune d'*ATTANCOURT, *arrondissement de* VASSY (Haute-Marne), *sur la rivière de* BLAISE, *un bocard à huit pilons et un patouillet à deux huches qui existaient autrefois à l'usine du* BUISSON.

(Extrait.)

Art. 12. . . . .

Les ateliers qui font l'objet de la présente permission resteront en chômage chaque année, depuis le 1er mai jusqu'au 1er octobre.

Patouillet, à Noiron-sous-Bèze.

Ordonnance du 8 juin 1842, portant que madame la duchesse de SAULX-TAVANNES *est autorisée à établir un patouillet pour le lavage du minerai de fer sur la rive gauche du bief du haut-fourneau qu'elle possède sur la rivière de* BÈZE, *dans la commune de* NOIRON-SOUS-BÈZE (Côte-d'Or).

Ce patouillet sera muni d'une machine hydraulique destinée à élever dans la huche l'eau nécessaire au lavage du minerai.

Ordonnance du roi du 9 juin 1842, qui approuve un arrêté de conflit pris par le préfet des Bouches-

du-Rhône, relativement aux charbons extraits des mines de Gréasque *et de* Belcodène.

Louis-Philippe, roi des Français,

Sur le rapport du comité de législation,

Vu l'arrêté, en date du 29 décembre 1841, par lequel le préfet du département des Bouches-du-Rhône a élevé le conflit d'attributions dans une contestation survenue entre les héritiers Coulomb et le sieur comte Alphonse de Castellane, et dont est saisi le tribunal civil de Marseille;

Vu l'assignation du 29 mars 1832, par laquelle les héritiers Coulomb ont conclu contre le sieur de Castellane, au payement de la somme de cent mille francs pour le montant du charbon de pierre que ledit sieur de Castellane s'était permis d'extraire de la mine de Rendegaire, située dans la propriété desdits héritiers Coulomb;

Vu de nouvelles conclusions signifiées le 11 décembre 1833, par lesquelles les héritiers Coulomb ont porté à cent cinquante mille francs leur demande en dommages-intérêts contre le sieur de Castellane;

Vu un jugement du 15 janvier 1834, par lequel le tribunal de Marseille a déclaré que les héritiers Coulomb avaient, au 1[er] juillet 1809, date de la concession du sieur de Castellane, des droits de copropriété sur la mine de Rendegaire; mais que, pour en enlever la jouissance à ce dernier, l'interprétation de l'acte de concession par l'autorité administrative était nécessaire;

Vu l'ordonnance royale du 25 avril 1839, par laquelle il a été déclaré que les mines situées dans le périmètre tracé par « l'article 2 du décret du 1[er] juillet 1809, mais » sur des propriétés autres que celles du sieur de Castellane et de la dame de Cabre, ne font point partie de » la concession à eux accordée par ce décret; »

Vu l'exploit en reprise d'instance devant le tribunal de Marseille, en date du 27 juin 1839, par lequel les héritiers Coulomb ont conclu contre le sieur de Castellane au payement de la somme de 150,000 francs, à titre de dommages-intérêts, soit à raison de ce qui appartenait aux demandeurs sur les produits des extractions des mines, soit pour violation de leurs propriétés particulières, et en un mot pour tous les préjudices quelconques que les demandeurs ont éprouvés par le fait du comte de Castellane;

Vu le jugement du 29 novembre 1839, par lequel le tribunal de Marseille a déclaré que les héritiers Coulomb ont droit à une indemnité, et avant de statuer sur la fixation de cette indemnité, a nommé des experts devant lesquels les parties ont été renvoyées, et par lequel aussi une provision de 6,000 francs a été accordée aux héritiers Coulomb;

Vu l'arrêt du 30 janvier 1840, par lequel la cour royale d'Aix a confirmé ledit jugement;

Vu deux actes notariés des 17 avril et 6 août 1840, relatifs au payement de la provision accordée aux héritiers Coulomb par le jugement du 29 novembre 1839;

Vu un acte intitulé, *comparant rémonstratif*, adressé par le sieur comte de Castellane aux experts nommés par ledit jugement, et signifié le 24 septembre 1840;

Vu un autre acte relatif à ladite expertise, signifié à la requête du sieur de Castellane, le 28 octobre 1840;

Vu le déclinatoire, en date du 20 août 1841, adressé par le préfet des Bouches-du-Rhône au tribunal de Marseille;

Vu les conclusions de notre procureur près le tribunal, sous la date du 11 décembre 1841;

Vu le jugement du même jour, 11 décembre 1841, par lequel le tribunal de Marseille a rejeté le déclinatoire ci-dessus visé;

Vu le jugement, en date du 4 janvier 1842, par lequel, sur le vu de l'arrêté de conflit ci-dessus visé, du 29 décembre 1841, le tribunal de Marseille a sursis à statuer jusqu'après la décision sur ledit conflit;

Vu la lettre, en date du 18 janvier 1842, écrite par notre ministre secrétaire d'État au département des travaux publics, au président de notre conseil d'État;

Vu toutes les autres pièces jointes au dossier, et notamment les observations des héritiers Coulomb et des sieurs de Castellane sur l'arrêté de conflit;

Vu les lettres de notre garde des sceaux, ministre de la justice et des cultes au secrétaire général de notre conseil d'État, sous les dates des 12 mars, 9 et 17 mai 1842, et desquelles il résulte que les pièces ci-dessus visées sont parvenues au ministère de la justice les 12 mars et 17 mai 1842;

Vu les lois du 28 juillet 1791 et 21 avril 1810 sur les mines;

Vu les lois des 16, 24 août 1790 et 21 fructidor an III ;
Vu les ordonnances des 1er juin 1828 et 13 mars 1831 ;
Ouï Me Royer, avocat des héritiers Coulomb ;
Ouï Me Scribe, avocat du comte de Castellane ;
Ouï M. Boulatignier, maître des requêtes, remplissant les fonctions du ministère public ;

En ce qui touche la régularité conflit :

Considérant, d'une part, que le jugement du 29 octobre 1839 n'a pas, selon ses termes mêmes, définitivement statué sur le fond de la contestation qui divise les héritiers Coulomb et le sieur de Castellane ;

Considérant, d'autre part, qu'alors même que l'acquiescement du sieur de Castellane au jugement du 29 octobre 1839 serait constant, cet acquiescement ne ferait pas obstacle à ce que le conflit fût élevé contre un jugement qui n'a pas définitivement statué sur la contestation dont il s'agit ;

En ce qui touche la compétence :

Considérant qu'il résulte des conclusions prises par l'acte introductif d'instance du 20 mars 1832, et reprises par l'acte du 27 juin 1839, que les héritiers Coulomb réclament du sieur de Castellane des dommages-intérêts, tant pour violation « de leurs propriétés particulières et accusations téméraires, que pour ce qui appartient aux demandeurs sur les produits de l'extraction des mines dont il s'agit ; »

Sur le premier chef de conclusions :

Considérant que l'arrêté de conflit qui nous est soumis n'exerce pas de revendication à cet égard ;

Sur le deuxième chef de conclusions :

Considérant qu'il n'appartient qu'au gouvernement de concéder l'exploitation des mines, et par conséquent de régler les droits des propriétaires de la surface sur les produits de l'exploitation, même quand ces produits sont le résultat de recherches antérieures à la concession, et non encore autorisées ; qu'ainsi le préfet des Bouches-du-Rhône est fondé à revendiquer pour l'autorité administrative la connaissance du deuxième chef de conclusions ci-dessus visé ;

Notre conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1er. L'arrêté de conflit ci-dessus visé par le préfet du département des Bouches-du-Rhône est confirmé.

Art. 2. Sont considérées comme non avenues les conclusions prises par les héritiers Coulomb les 20 mars 1832 et 27 juin 1839; ensemble le jugement du 29 novembre 1839 et celui du 11 décembre 1841 ci-dessus visés, en tant qu'ils se réfèrent au règlement des droits desdits héritiers Coulomb sur le produit des mines dont il s'agit.

Art. 3. Notre garde des sceaux, ministre secrétaire d'État au département de la justice et des cultes, et notre ministre secrétaire d'État au département des travaux publics, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

Mines de houille de Thivencelles.

Ordonnance du 20 juin 1842, portant rectification de celle du 3 août 1841, qui a institué la concession houillère de Thivencelles (Nord).

(Extrait.)

Art. 1er. La limite sud de la concession de *Thivencelles* sera et demeurera ainsi définie :

Au sud, à partir du moulin de Crespin, par la partie de la limite nord de la concession de Saint-Saulve, comprise entre ledit moulin et le point W, extrémité est de la ligne KW, servant de limite sud à la portion de la concession de Fresnes, qui se trouve sur la rive droite de l'Escaut.

Hauts-fourneaux, à Bourges.

Ordonnance du 20 juin 1842, portant que la société des forges de Bourges, *formée sous la raison* Déséglise, Michonnet *et* Compagnie, *est autorisée à établir deux hauts-fourneaux pour la fusion du minerai de fer, au lieu et place du moulin dit de* Messire-Jacques, *sur la rivière d'*Auron, *dans la ville de* Bourges (Cher).

Mines de fer de Watwiller et Hartmanswiller.

Ordonnance du 20 juin 1842, portant que la renonciation de MM. Charles Sthelin *et* Henri Huan, *à la concession des mines de fer de* Watwiller *et*

Hartmannswiller (Haut-Rhin), *instituée par ordonnance royale du* 10 *mars* 1825, *est acceptée, et que* MM. Stehelin *et* Huber *sont et demeurent affranchis, à compter de ce jour, du payement des redevances établies par la loi du* 21 *avril* 1810 *et le décret du* 6 *mai* 1811.

Ordonnance du 20 *juin* 1842, *portant que les sieurs* Blanchet frères *sont autorisés à établir une usine pour le corroyage et l'étirage de l'acier, sur la rivière de* Fure, *dans la commune de* Tullins (Isère).

Usine pour le corroyage et l'étirage de l'acier, à Tullins.

Cette usine se composera de deux fours à réverbère, de deux petits fours de chaufferie, d'un four de cémentation et des appareils de compression nécessaires à l'étirage de l'acier.

Ordonnance du 20 *juin* 1842, *portant que le sieur* Girardot *est autorisé à convertir en une usine à fer le moulin dit des* Crasses, *qu'il possède sur le ruisseau de la* Combeauté, *dans la commune de* Fougerolles, *arrondissement de* Lure (Haute-Saône).

Usine à fer, à Fougerolles.

Cette usine se composera de deux feux d'affinerie, avec des fours à chaleur perdue pour le chauffage du fer à convertir en petit échantillon, et des machines soufflantes et appareils de compression nécessaires au travail de l'usine.

Ordonnance du 30 *juin relative au désistement du pourvoi que la* Compagnie des mines de houille de Blanzy *avait formé contre un arrêté du conseil de préfecture de Saône-et-Loire.*

Mines de houille de Blanzy.

Louis-Philippe, etc.,

Sur le rapport du comité du contentieux,

Vu la requête à nous présentée par les sieurs Jules

Chagot et Perret Morin, au nom et comme gérants de la compagnie des mines de houille de Blanzy, dont le siége est à Châlons-sur-Saône (Saône-et-Loire); ladite requête enregistrée au secrétariat général de notre conseil d'État le 16 février 1841, et tendant à ce qu'il nous plaise annuler pour excès de pouvoir et au fond un arrêté du conseil de préfecture du département de Saône-et-Loire, du 7 août 1840, lequel a envoyé la compagnie susnommée en possession, à titre de propriétaire, d'un terrain d'une étendue de seize ares quatre-vingt-deux centiares, réclamé par ladite compagnie pour l'établissement de ses travaux, ledit terrain sis dans la commune de Blanzy, et appartenant au sieur Antoine Fremeau, et fixé le prix dudit terrain à la somme de 1.051 francs 25 centimes, à raison de 62 francs 50 centimes l'are; ce faisant, fixer à 24 francs l'are l'indemnité à payer au sieur Fremeau pour son terrain; en conséquence autoriser la compagnie à s'en emparer, à la charge par elle de payer la somme de 403 francs 68 centimes, et condamner le sieur Fremeau aux dépens, et subsidiairement ordonner, avant faire droit, qu'il sera procédé à une nouvelle expertise suivant le mode prescrit par la loi du 16 septembre 1807, dépens en ce cas réservés;

Vu l'arrêté attaqué;

Vu l'exploit, en date du 10 avril 1841, par lequel, à la requête des sieurs Jules Chagot et Perret Morin, au nom et comme gérants de la compagnie des mines de Blanzy, la requête susvisée, ensemble l'ordonnance de soit communiqué, intervenue sur icelle, ont été signifiées au sieur Antoine Fremeau, propriétaire, demeurant à Blanzy, qui n'a pas répondu dans les délais du règlement;

Vu la lettre de notre ministre des travaux publics, du 13 septembre 1841, enregistrée comme ci-dessus le 15 dudit mois, et contenant ses observations sur le pourvoi;

Vu l'acte enregistré comme dessus le 13 juin 1842, par lequel les sieurs Jules Chagot et Perret Morin, ci-dessus nommés et qualifiés, déclarent se désister du pourvoi formé par eux contre l'arrêté du conseil de préfecture de Saône-et-Loire, du 7 août 1840;

Vu toutes les pièces produites et jointes au dossier;

Ouï M. Hély-d'Oissel, maître des requêtes, remplissant les fonctions du ministère public;

Considérant que le désistement des sieurs Jules Chagot

et Perret Morin, au nom qu'ils agissent, est pur et simple, et que rien ne s'oppose à ce qu'il soit admis;

Notre conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1er. Il est donné acte aux sieurs Jules Chagot et Perret Morin, au nom qu'ils agissent, du désistement ci-dessus visé.

Art. 2. Notre garde des sceaux, ministre secrétaire d'État de la justice et des cultes, et notre ministre secrétaire d'État au département des travaux publics, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

PERSONNEL.

Organisation des bureaux de l'administration centrale (1).

Le ministre des travaux publics arrête ce qui suit :

Art. 1er. L'administration centrale du ministère des travaux publics se compose, indépendamment du personnel, du cabinet du ministre et du cabinet du sous-secrétaire d'Etat, de huit divisions, savoir :

1° La division du secrétariat général et du personnel ;
2° ———— des routes et ponts ;
3° ———— de la navigation et des ports ;
4° ———— des moulins et usines et services divers ;
5° ———— des chemins de fer et de la police du roulage ;
6° ———— des mines ;
7° ———— des bâtimens civils ;
8° ———— de la comptabilité.

Art. 2. Chaque division est composée de deux bureaux placés l'un et l'autre sous la surveillance du chef de la division.

La division de la comptabilité est seule composée de trois bureaux.

Art. 3. Provisoirement, la direction d'un certain nombre de bureaux sera confiée à des sous-chefs, sous l'autorité immédiate du chef de la division.

Art. 4. La police du roulage n'est annexée que provisoirement à la division des chemins de fer.

Art. 5. Les traitements varieront, savoir :

Pour les	expéditionnaires de.	900	à	2.000 fr.
—	rédacteurs de.	1.500	à	3.000
—	sous-chefs de.	2.500	à	4.000
—	chefs de bureaux de.	3.500	à	6.000
—	chefs de division de.	7.000	à	10.000

Paris, le 21 décembre 1841.

Signé J.-B. TESTE.

(1) Cet arrêté et le suivant avaient été omis dans la 6e livraison de 1841.

Administration centrale du ministère des travaux publics. — État nominatif des employés; leurs qualités.

Nous, ministre secrétaire des travaux publics;

Vu notre arrêté de ce jour sur l'organisation du personnel de l'administration centrale;

Avons arrêté ce qui suit :

Art. 1er. Le personnel des employés de l'administration centrale du ministère des travaux publics est réglé ainsi qu'il suit :

Cabinet du ministre.

MM.
De Haut, chef.
Carcassonne, rédacteur.
Dumoustier, *id.*
Barré, expéditionnaire.
Moynier (Victor), surnuméraire.

Cabinet du sous-secrétaire d'État.

M. Nanta, rédacteur.

PREMIÈRE DIVISION.

Secrétariat général et personnel.

M. Roux, chef de division.

SECRÉTARIAT GÉNÉRAL.

MM.
Goujon, chef.
Caulet de Longchamp, rédacteur.
Coutin père, *id.*
Dillé, rédacteur, commis d'ordre.
Gastaldy, expéditionnaire.
Denieau, *id.*
Petit de Badereau, *id.*
N....., surnuméraire.

A ce bureau sont rattachées la garde des archives et la surveillance des dépenses intérieures et du mobilier du ministère.

Archives.

M. Robert, garde des archives, ayant rang de sous-chef.
M. Hannoy, expéditionnaire.

Dépenses intérieures.

M. Cadet, économe.
M. de Bièvre, surnuméraire.

PERSONNEL.

MM.
Ponéz, chef.
Bizé, sous-chef.
Panet, rédacteur.
Lemarié, *id.*
Gout, *id.*
Duval, *id.*
Jaumon, *id.*
Giannetti, expéditionnaire, commis d'ordre.
Prévost, expéditionnaire.
Orson, *id.*
Las, *id.*
Bochère, *id.*
N....., surnuméraire.

PERSON[illegible]

Organisation des bureaux d[illegible]

Le ministre des travaux p[illegible]

Art. 1er. L'administrat[illegible] travaux publics se comp[illegible] sonnel, du cabinet du m[illegible] crétaire d'État, de huit [illegible]

1° La division du sec[illegible]
2° ——— des rou[illegible]
3° ——— de la n[illegible]
4° ——— des m[illegible]
5° ——— des [illegible]
6° ——— des [illegible]
7° ——— des [illegible]
8° ——— de [illegible]

Art. 2. Chaqu[illegible] placés l'un et l'au[illegible] vision.

La division d[illegible] trois bureaux.

Art. 3. Pro[illegible] bre de bure[illegible] rité immédi[illegible]

Art. 4. L[illegible] soirement [illegible]

Art. 5. [illegible]

Pour l[illegible]

[illegible] division.

[illegible]*nal*).

MM.
[illegible], rédacteur.
[illegible]aldy, *id.*
Garonne, expédit[illegible]
Traversa, [illegible]

(*méridional*).

MM.
Chapplain, rédact[illegible]
Lagarrigue, expéd[illegible]
Danguelle, [illegible]
N......, surnumér[illegible]

[illegible]IÈME DIVISION.

[illegible]vigation et ports.

[illegible]QUEVILLE, chef de divi[illegible]

(*[illegible] fluviale. Canaux de navigati*[illegible] *associations syndicales.*)

MM.
Duguet, rédacteu[illegible]
Piloge, commis [illegible]
Baudoux, expédi[illegible]
Barbié, *id*
N....., surnumér[illegible]

(*[illegible] maritime. Ports maritimes.* [illegible] *Digues et travaux à la mer.*)

MM.
D'Arembécourt, [illegible]
N....., surnumér[illegible]

[illegible], comm. d'ord.,

[illegible] janvier 1843, M. Thomas, ch[illegible] 4e division, en remplaceme[illegible] lui-même dans le 2e bureau[illegible]

QUATRIÈME DIVISION.

Moulins, usines et services divers.

M. Bigarne, chef de division.

1er bureau. (*Moulins et usines.*)

MM.
N....., chef.
Chahuet, sous-chef.
Planterre père, rédacteur.
Girard, *id*

MM.
Planterre fils, commis d'ordre, expéditionnaire.
Machizot, expéditionnaire.
N....., surnuméraire.

2e bureau. (*Dessèchements de marais. Canaux d'irrigation. Dunes et semis. Bacs et bateaux. Service de l'approvisionnement de Paris.*)

MM.
N....., chef.
Grangez, sous-chef (*).
Félix Mesnil, rédacteur.

MM.
Loudinot, commis d'ordre, expéditionnaire.
Laroze, expéditionnaire.

CINQUIÈME DIVISION.

Chemins de fer et police du roulage.

N. B. La police du roulage n'est annexée que provisoirement à cette division.

M. de Boureuille, chef de division.

1er bureau. (*Chemins de fer.*)

MM.
N....., chef.
Ostrowski, sous-chef.
Marchand, expédit., commis d'ordre.

MM.
Dessigny, expéditionnaire.
Daussy, *id.*

2e bureau. (*Police du roulage.*)

MM.
Thomas de Cabanoux, chef.
Robert, rédacteur.
Gimet, rédacteur, commis d'ordre.

MM.
Bouchareinc, expéditionnaire.
N....., surnuméraire.

SIXIÈME DIVISION.

Mines.

M. de Cheppe, chef de division.

1er bureau.

MM.
Jameau, chef.
Teinturier, sous-chef.
Regnaud, rédact., commis d'ordre.

MM.
Marchal fils, expéditionnaire.
Quenescourt, *id.*

2e bureau.

MM.
Salomon, chef.
De Chevannes, rédacteur.
Deloche, *id.*

MM.
Denne-Baron, rédact., commis d'ord.
Delbé, expéditionnaire.
N....., surnuméraire.

(*) *Voir* la note, page 842.

SEPTIÈME DIVISION.

Bâtiments civils.

M. DE NOUE, chef de division.

1er BUREAU. (*Exécution des travaux.*)

MM.
Hermel, chef.
Camus, rédacteur.
Huet, *id.*
Doublet, *id.*
Maygrier, expéditionnaire.
Cardaillac, *id.*
Gaultier de Charnacé, expéditionn

2e BUREAU. (*Comptes.*)

MM.
Broglia, chef.
Dupain, rédacteur.
Langrais, expéditionnaire.
Laberge, expéditionnaire.
Joannis, surnuméraire.

HUITIÈME DIVISION.

Comptabilité.

M. GAUTIER-DAGOTY, chef de division.

M. MARIN, chef de bureau, ayant sous M. le chef de la division la direction des trois bureaux.

1er BUREAU.

MM.
Fournier, sous-chef.
Paquier, rédacteur.
Moynier père, *id.*
Lebreton, *id.*
Locoge, *id.*
Gilbert, rédacteur.
Bigamme, expéditionnaire.
Dufresne, *id.*
Coudurier, *id.*
Lafond, *id.*

2e BUREAU.

MM.
Bezinge, sous-chef.
Feine, rédacteur.
Girard, rédacteur.
Cavenne, expéditionnaire.

3e BUREAU.

MM.
Oudan, sous-chef.
Simonnet, rédacteur.
Truchot, expéditionnaire.
Camus, expéditionnaire.
Maury, *id.*

Art. 3. Le sous-secrétaire d'État des travaux publics est char de l'exécution du présent arrêté.

Paris, le 21 décembre 1841.

J.-B. TESTE.

Par ordonnance du roi, *du* 18 *mars* 1842, — MM. de Saint-Léger et Varin, ingénieurs ordinaires de première classe au corps royal des mines, sont nommés ingénieurs en chef de deuxième classe.

Par ordonnance du 18 *mars* 1842, — MM. Couche et Comte, aspirants ingénieurs, sont nommés ingénieurs ordinaires de deuxième classe.

Par arrêté de M. le ministre des travaux publics, *du* 29 *janvier* 1842, — M. Dupont, élève ingénieur des mines hors de concours, est appelé à remplir les fonctions d'ingénieur ordinaire dans le sous-arrondissement de Vicdessos, en remplacement de M. Piot, qui est placé dans la réserve; — le sous-arrondissement de Rive-de-Gier est divisé en deux sous-arrondissements d'ingénieur ordinaire : l'un de ces sous-arrondissements, dont le chef-lieu est établi à Lyon, est confié à M. Pigeon, ingénieur ordinaire; il comprend le département du Rhône, moins le territoire houiller qui forme le prolongement du bassin de Rive-de-Gier; M. Meugy, élève ingénieur hors de concours, est chargé du second sous-arrondissement qui est composé de tout le territoire houiller de Rive-de-Gier ainsi que de la concession de Saint-Chamond; sa résidence est fixée à Rive-de-Gier.

Par arrêté du ministre, *du* 11 *mars* 1842, — MM. Moisson, Desroches et Thirria, ingénieurs en chef des mines de deuxième classe, sont élevés à la première classe de leur grade.

Par arrêté du ministre, *du* 11 *mars* 1842, — M. Cachon, élève ingénieur hors de concours, est chargé du service du sous-arrondisssement d'Alais, en remplacement de M. Varin, appelé à d'autres fonctions; — M. Lefrançois, élève ingénieur hors de concours, est adjoint à M. de Saint-Léger, dans le service du sous-arrondissement de Rouen, pour la direction des travaux de consolidation des carrières qui existent sous la ville de Fécamp; sa résidence est fixée dans cette ville.

Par arrêté du ministre, *du* 20 *avril* 1842, — il ést décidé que les deux sous-arrondissements qui forment l'arrondissement minéralogique de Strasbourg, seront composés, le premier, du département du Bas-Rhin seul, avec la ville de Strasbourg pour chef-lieu, et le second,

des départements du Haut-Rhin et des Vosges, le che lieu étant établi à Colmar ; — M. Daubrée, ingénieur o dinaire, est chargé du service du sous-arrondissement d Strasbourg ; — M. Furiet, élève ingénieur hors de con cours, est appelé à remplir les fonctions d'ingénieur ord naire dans le nouveau sous-arrondissement de Colmar.

Par arrêté du ministre, *du* 10 *juin* 1842, — il est cr à Nantes une place de garde-mines de troisième clas Cet agent sera chargé spécialement de la surveillance d bateaux à vapeur naviguant sur la Loire et sur l'Erdr ainsi que des appareils à vapeur en activité dans le dépa tement de la Loire-Inférieure.

Par décision de M. le sous-secrétaire d'État des travau publics, *du* 31 *mars* 1842, — le titre d'ingénieur e chef directeur est conféré à M. Hérault, ingénieur e chef de première classe.

Par décision du sous-secrétaire d'État, *du* 23 *juin* 184 — MM. Reuss, Bayle, Debette, Bertera, de Chancou tois et Renouf, élèves ingénieurs de deuxième clas sont promus à la première classe de leur grade.

ÉTAT GÉNÉRAL

DU

PERSONNEL DES MINES,

Au 1er juillet 1842.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS.

M. TESTE (O ✠), ministre secrétaire d'État, rue Saint-Dominique, nº 58.
M. LEGRAND (C ✠), sous-secrétaire d'État, membre de la chambre des députés, rue Saint-Dominique, nº 60.

CONSEIL GÉNÉRAL DES MINES.

Le conseil est présidé par le ministre, et en son absence, par le sous-secrétaire d'État. MM. les inspecteurs généraux, présents au conseil, y prennent rang entre eux dans l'ordre d'ancienneté de nomination.

Inspecteurs généraux de première classe.

MM.
Cordier (C ✠), pair de France, conseiller d'État, chargé de présider le conseil en l'absence du ministre et du sous-secrétaire d'État, rue Cuvier, nº 25.
De Bonnard (O ✠), quai Malaquais, nº 19.
Migneron (O ✠), rue de Grenelle-Saint-Germain, nº 117.

Inspecteurs généraux de deuxième classe.

MM.
Héricart de Thury (O ✠), conseiller d'État, rue de l'Université, nº 29.
Berthier (O ✠), rue de Crébillon, nº 2.
Garnier (O ✠), rue des Saints-Pères, nº 75.

Inspecteurs généraux adjoints.

MM.
Gueņyveau ✠, rue Louis-le-Grand, nº 26.
Chéron ✠, rue de la Ferme-des-Mathurins, nº 11

Ingénieur en chef, secrétaire du conseil.

Thirria ✠, rue de Tournon, n. 17.

COMMISSION DES MACHINES A VAPEUR.

MM.
Cordier (C ✻), inspecteur général des mines, président.
De Bonnard (O ✻), inspecteur général des mines.
Kermaingant (O ✻), inspecteur général des ponts et chaussées.
Garnier (O ✻), inspecteur général des mines.
Coriolis ✻, ingénieur en chef des ponts et chaussées.
Lamé ✻, ingénieur en chef des mines.
Mary ✻, ingénieur en chef des ponts et chaussées.
Bineau ✻, ingénieur en chef des mines.
Bélanger, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées.
Combes ✻, ingénieur en chef des mines, secrétaire, rue de Vaugirard, 22.

COMMISSION DES ANNALES DES MINES.

MM.
Cordier (C ✻), inspecteur général des mines, membre de l'Académie des sciences.
De Bonnard (O ✻), inspecteur général des mines, membre de l'Académie des sciences.
Migneron (O ✻), inspecteur général des mines.
Héricart de Thury (O ✻), inspecteur général des mines, membre de l'Académie des sciences.
Berthier (O ✻), inspecteur général des mines, membre de l'Académie des sciences, professeur de chimie.
Garnier (O ✻), inspecteur général des mines.
Guenyveau ✻, inspecteur général adjoint des mines.
Chéron ✻, inspecteur général adjoint des mines.
Dufrénoy (O ✻), ingénieur en chef des mines, professeur de minéralogie, inspecteur des études à l'École des mines.
Élie de Beaumont (O ✻), ingénieur en chef des mines, professeur de géologie.
Combes ✻, ingénieur en chef des mines, professeur d'exploitation des mines.
Thirria ✻, ingénieur en chef, secrétaire du conseil général des mines.
Le Play ✻, ingénieur en chef des mines, prof. de métallurgie.
De Cheppe (O ✻), chef de la division des mines.
De Boureuille ✻, ingénieur des mines, secrétaire de la commission.
Ebelmen, ingénieur des mines, secrétaire adjoint, spécialement chargé de la traduction des mémoires étrangers.

COMMISSION DE STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE.

MM.
Migneron (O ✻), inspecteur général des mines.
Garnier (O ✻), inspecteur général adjoint des mines.
Thirria ✻, ingénieur en chef, secrétaire du conseil général des mines.
De Cheppe (O ✻), chef de la division des mines.
Chevalier (Michel) ✻, ingénieur en chef des mines.
Le Play ✻, ing. en chef des mines, secrétaire de la commission.

SERVICE ORDINAIRE.

INGÉNIEURS EN CHEF.	DÉPARTEMENTS composant les arrondissements et les sous-arrondissements.	CHEFS-LIEUX des sous-arrondissements et résidences des ingénieurs ordinaires.	INGÉNIEURS ORDINAIRES.
DIVISION DU NORD-OUEST. — (M. Chéron, *inspecteur général adjoint.*)			
MM.			MM.
Hérault, dir.	Calvados. Manche. Orne.	Caen.	Service fait par l'ing. en chef
	Mayenne. Sarthe.	Le Mans.	Piérard.
Lorieux.	Loire-Inférieure. Morbihan.	Nantes.	Audibert.
	Ile-et-Vilaine. Côtes-du-Nord. Finistère.	Rennes.	Durocher.
DIVISION DU NORD. — (M. Héricart de Thury, *inspecteur général.*)			
Hérault, dir. d. n. De St-Léger.	Seine-Inférieure. Eure. Eure-et-Loir.	Rouen.	Service fait par M. De Saint-Léger.
Juncker.	Seine.	Paris.	Le Châtellier. De Fourcy.
Poirier Saint-Brice.	Seine-et-Oise. Loiret.	Versailles.	Couche.
	Seine-et-Marne.	Paris.	Le Cocq.
Blavier.	Nord, moins les arr. de Valenciennes et de Douai.	Lille.	Comte.
	Nord. — Territoires houillers des arr. de Douai et de Valenciennes.	Douai.	Service fait par l'ing. en chef.
	Pas-de-Calais.	Arras.	Dusouich.
Lefebvre.	Somme.	Amiens.	Service fait par l'ing. en chef.
	Aisne. Oise.	Beauvais.	Senlis.
DIVISION DU NORD-EST. — (M. Garnier, *inspecteur général.*)			
Gabé.	Ardennes. Meuse.	Mézières.	Sauvage.
	Marne. Aube. Yonne.	Troyes.	Service fait par l'ing. en chef.
Levallois.	Meurthe. Moselle.	Metz.	Reverchon.
De Billy.	Bas-Rhin.	Strasbourg.	Daubrée.
	Vosges. Haut-Rhin.	Colmar.	Furiet.
DIVISION DE L'OUEST. — (M. Berthier, *inspecteur général.*)			
Fargaud.	Vienne. Creuse. Haute-Vienne. Charente. Charente-Inférieure.	Guéret.	Service fait par l'ing. en chef.
	Indre-et-Loire. Loir-et-Cher. Indre.	Tours.	Sagey.
Lorieux, d.-n.	Vendée. Deux-Sèvres. Maine-et-Loire.	Angers.	Cacarrié.

CHEFS-LIEUX des arrondissements, et résidences des ingénieurs en chef.	INGÉNIEURS EN CHEF.	DÉPARTEMENTS composant les arrondissements et les sous-arrondissements.	CHEFS-LIEUX des sous-arrondissements et résidences des ingénieurs ordinaires.
DIVISION DU CENTRE. — (M. MIGNERON, *inspe*			
	MM.		
St.-Étienne.	Delsériès.	Loire (moins Rive-de-Gier).	Saint-Étienne.
		Loire. — Territoire houiller de Rive-de-Gier y compris la concession de Saint-Chamond.	Rive-de-Gier.
		Rhône.	Lyon.
Clermont.	Bordin.	Cantal. Puy-de-Dôme. Haute-Loire.	Clermont.
		Cher. Nièvre. Allier.	Moulins.
DIVISION DE L'EST. — (M. GUENYVEAU, *inspect*			
Vesoul.	»	Haute-Saône.	Vesoul.
		Haute-Marne.	Chaumont.
		Côte-d'Or.	Dijon.
Mâcon.	Manès.	Saône-et-Loire. Ain.	Mâcon.
		Doubs. Jura.	Besançon.
DIVISION DU SUD-OUEST. — (M. CORDIER, *in*			
Périgueux.	Marrot.	Lot-et-Garonne. Dordogne. Corrèze.	Périgueux.
		Lot. Aveyron.	Villefranche.
Toulouse.	Vène, I. I.	Tarn-et-Garonne. Tarn. Haute-Garonne.	Toulouse.
		Ariége.	Vicdessos.
Bordeaux.	Varin.	Gironde. Landes. Basses-Pyrénées. Gers. Hautes-Pyrénées.	Bordeaux.
DIVISION DU SUD-EST. — (M. DE BONNARD,			
Grenoble.	Gueymard.	Isère. Hautes-Alpes. Drôme.	Grenoble.
		Vaucluse. Basses-Alpes. Bouches-du-Rhône. Var.	Marseille.
Alais.	Thibaud.	Ardèche. Lozère. Gard.	Alais.
		Hérault. Corse.	Montpellier.
		Aude. Pyrénées-Orientales.	Carcassonne.

SERVICE EXTRAORDINAIRE.

Résidences.	Noms.	Grades.

Administration centrale ; division des chemins de fer, et personnel des mines.

	MM.	
Paris.	De Boureuille ✠,	ing. ord., 1 cl., d. n.

Service central de la partie métallurgique et de l'exploitation des chemins de fer.

Paris.	Bineau ✠,	ing. en chef, 2 cl.

Carrières de Paris et du département de la Seine.

Paris.	Juncker ✠,	ing. en chef, 1 cl. (insp. gén.).
Paris.	Lechâtelier,	ing. ord., 2 cl. (insp. part.).
Paris.	De Fourcy,	ing. ord., 2 cl. (insp. part.).

Surveillance des machines à vapeur dans le département de la Seine.

Paris.	Combes ✠,	ing. en chef, 2 cl.
Paris.	De Sénarmont,	ing. ord., 1 cl.

Manufacture royale des porcelaines de Sèvres.

Sevres.	Brongniart (O ✠),	ing. en ch., 1 cl. (administrateur).

École Polytechnique.

Paris.	Lamé ✠,	ing. en chef, 2 cl. (professeur).
Paris.	Regnault,	ing. ord., 2 cl. (professeur).
Paris.	Transon,	ing. ord., 2 cl. (répétiteur).
Paris.	Ébelmen,	ing. ord., 2 cl. (répétiteur).
Paris.	Delaunay,	asp. ing. (répétiteur).

Salines et mines de sel de l'Est.

Dieuze.	Levallois ✠,	ing. en chef, 1 cl. (directeur).

Aveyron.

Topographie du bassin houiller d'Aubin.

Villefranche.	Senez,	ing. ord., 2 cl.

Établissement de Decazeville.

Decazeville.	Declerck,	ing. ord., 2 cl.

Gard et Hérault.

Chemin de fer de Montpellier à Nîmes. Service métallurgique.

Montpellier.	Garella ✠,	ing. ord. 1 cl.

Saône-et-Loire.

Étude des terrains composant le bassin houiller d'Autun.

Mâcon.	Manès,	ing. en chef, 2 cl.

Creuse.

Étude des terrains houillers des environs d'Ahun (bassin de la Creuse), et des environs de Bourganeuf (bassin du Thorion).

Guéret.	Furgaud ✠,	ing. en chef, 1 cl.

Seine-Inférieure.

Travaux de consolidation des carrières sous la ville

Caen.	[illegible]	ing. en chef direct
Rouen.	De St-[illegible],	ing. en chef, 2 cl
Fécamp.	Lefrançois,	élève, hors de con

Ingénieurs chargés des cartes géologiques.

Carte géologique générale de la France.

M. Dufrénoy, ingénieur en chef, d. n., chargé occidentale.

M. Élie de Beaumont, ingénieur en chef, d. n., partie orientale.

Cartes géologiques départementales.

Départements.	Ingénieurs.	Départements.	
	MM.		MM.
Allier.	Boulanger.	Lot.	Sen
Ardeche.	Varin.	Maine-et-Loire.	Lec
Ardennes.	Sauvage.	Marne (Haute-).	Dub
Ariége.	François.	Meurthe.	Lev
Aude.	[illegible]	Morbihan.	Lefé
Aveyron.	Senez.	Moselle.	Rev
Cantal.	Baudin.	Orne.	Blav
Charente.	Marrot.	Pas-de-Calais.	Dus
Correze.	De Boucheporn.	Puy-de-Dôme.	Mart
Côte-d'Or.	Payen.	Pyrénées (Hautes-).	Ven
Côtes-du-Nord.	Lefébure de Fourcy.	Rhin (Bas-).	Volt
Dordogne.	Marrot.	Seine-et-Marne.	De S
Doubs.	Parrot.	Seine-et-Oise.	De S
Garonne (Haute-).	François.	Seine-Inférieure.	De S
Gironde.	Pigeon.	Sèvres (Deux-).	Lech
Ille-et-Vilaine.	Lefébure de Fourcy.	Tarn.	De I
Indre.	[illegible]	Var.	De V
Loire.	Gruner.	Vosges.	De I
Loire-Inférieure.	Lorieux.		
Loiret.	Allou.		

Ingénieurs en service hors de France.

M. Dissande-Monlevade, aspirant. (Brésil.)
M. de Marignac, élève hors de concours. (Suisse.)

INGÉNIEURS EN RÉSERVE OU EN CONGÉ.

MM.	
Allou,	ing. en chef, 1 cl.
Maisson Desroches.	ing. en ch., 2 cl.
Clapeyron.	ing. en ch., 2 cl.
Parrot.	ing. ord., 1 cl.
Fournel.	ing. ord., 1 cl.
[illegible].	ing. ord., 1 cl.
De Villeneuve.	ing. ord., 1 cl.
Delaplanche	ing. ord., 2 cl.
Lambert (C.-A.).	ing. ord., 2 cl.
Marthe Beaber,	ing. ord., 2 cl.
Reynaud..	ing. ord., 2 cl.
De Lamotte.	ing. ord., 2 cl.
Harlé.	ing. ord., 2 cl.

MM.
De Hennezel. ing. ord., 2 cl.
Chatelus. ing. ord., 2 cl.
Lambert (C.-J.-E.). élève.
Piot. élève.

École des mines,

Rue d'Enfer, n° 34, hôtel Vendôme.

MM. *Professeurs.*

Dufrénoy (O ✱), ing. en chef, 1 cl., d. n. (Minéralogie).
Élie de Beaumont (O ✱), ing. en chef, 1 cl., d. n. (Géologie).
Berthier (O ✱), insp. gén., d. n. (Docimasie), chef du laboratoire.
Combes ✱, ing. en chef, 2 cl., d. n. (Exploitation).
Leplay ✱, ing. en chef, 2 cl., d. n. (Minéralurgie).
Girard ✱, profess. de dessin et de géométrie descript. appliquée.
Dufrénoy (O ✱), d. n., insp. des études et secr. du conseil de l'éc.
Ébelmen, ing. ord., 2 cl., d. n., adjoint au profess. de Docimasie.

Collections.

Dufrénoy (O ✱), d. n., conservateur.
Le Cocq ingénieur ordinaire 2 cl., adjoint à l'ingénieur en chef insp. des études, pour la garde et la conservation des collections.
Adelmann, gardien des collections.
Micheleau, gardien de la bibliothèque.
Vacher, *idem.*
Bertrand, surnuméraire.
Favrot, aide du laboratoire.
Lacroix, médecin-chirurgien.

Élèves ingénieurs hors de concours.

MM.
Audibert.
Jacquot (Eugène).
Delesse.
Lefrançois.
Descottes.
MM.
Cachon.
Dupont.
Mengy.
Furiet.
Meissonnier.

Élèves présents à l'école des mines.

MM. 1re classe.
Ville.
Gentil.
Reuss.
D'Osery.
Debette.
Bertera.
Bayle.
MM.
De Chancourtois.
Renouf.
2e classe.
Dubocq.
[illegible].
Jacquot (Pierre)
Bertrand.

ÉCOLE DES MINEURS DE SAINT-ÉTIENNE (*Loire*).

MM.
Roussel-Galle ✱, ing. en chef, 1 cl. (directeur).

Professeurs.

Fénéon, ing. en chef, 2 cl. (Minéralogie et Géolo
Callon, ing. ord., 2 cl. (Prép. mécan., et mach., expl
Gruner, ing. ord., 1 cl. (Chimie et Métallurgie).
Janicot, répétiteur de chimie, préparateur (Arith.
Duhaut, répétiteur, 1er surveillant des études (Gé
de plans et dessin).
Ponteau, répétiteur, 2e surveillant.

TABLEAU, PAR ANCIENNETÉ DANS CHAQUE GRADE ET
CLASSE, DES INGÉNIEURS EN ACTIVITÉ

Inspecteurs généraux de 1re classe.

MM.

27 avril 1832.

Cordier.

14 septembre 1835.

De Bonnard.

20 mai 1840.

Migneron.

Inspecteurs généraux de 2e classe.

16 mai 1834.

Héricart-Ferrand de Thury.

22 décembre 1836.

Berthier.

5 août 1840.

Garnier

Inspecteurs généraux adjoints.

20 mai 1840.

Guenyveau.

6 décembre 1840.

Chéron.

Ingénieurs en chef de 1re classe.

2 août 1828.

Brongniart.

1er mai 1832.

Hérault.

1er novembre 1833.

Furgaud.

26 décembre 1836.

Gueymard. | Roussel-Galle.
Allou. | Delsériès.

26 janvier 1839.

Dufrénoy. | Burdin.
Elie de Beaumont.

5 mai 1840.

Levallois.

10 mai 1841.

Juncker.

11 mars 1842.

Moisson-Desroches.	Thirria.

Ingénieurs en chef de 2e classe.

22 décembre 1836.

Gabé.	Thibaud.
Poirier Saint-Brice.	Lamé.
Lefebvre.	Combes.

21 septembre 1837.

Clapeyron.

15 janvier 1839.

Manès.	Marrot.

15 juillet 1839.

Lorieux.

7 mai 1840.

Blavier.	De Billy.
Fénéon.	

29 juillet 1840.

Bineau.	Le Play.

9 décembre 1840.

Michel Chevalier.

18 mars 1842.

De Saint-Léger.	Varin.

Ingénieurs ordinaires de 1re classe.

27 avril 1832.

Parrot.

26 décembre 1836.

Fournel.	De Villeneuve.
Guillot-Duhamel.	Vène.

12 mars 1838.

Drouot.

12 mai 1838.

Sagey.	Reverchon.
Gras.	Garella.
Gervoy.	De Boureuille.

10 janvier 1840.

Baudin.

10 mai 1841.

Boudousquié.	Gruner.
De Sénarmont.	Senez.

Ingénieurs ordinaires de 2e classe.

2 juillet 1828.

Delaplanche.

6 mai 1829.

Lambert (Charles-Joseph).

4 juillet 1830.

Reynaud. | Transon.

1er novembre 1833.

De Hennezel. | Vergnette de Lamot

14 septembre 1835.

Harlé.

20 juin 1836.

Boulanger. | Le Cocq.
Martha. | François.

9 janvier 1837.

Lefébure de Fourcy. | Diday.
Dusouich.

5 septembre 1837.

Mœvus.

19 octobre 1837.

Regnault.

6 mars 1838.

Châtelus.

30 janvier 1839.

Ebelmen. | Sauvage.
Declerck.

7 mai 1840.

Bertrand de Boucheporn. | Pigeon.
Daubrée.

28 mai 1841.

Sentis. | Lechâtellier.
Callon.

18 mars 1842.

Couche. | Comte.

Aspirants-Ingénieurs.

1er avril 1817.

Dissande-Monlevade.

10 mai 1841.

Durocher. | Boyé.
Guillebot de Nerville.

22 mai 1841.

Delaunay.

Retraites du 1er juillet 1841 *au 1er juillet* 1

Noms.	Grades.	Dat
M. Tremery,	ing. en chef d.	9

Décès.

M. D'Aubuisson,	ing. en chef d.	20

Liste générale et alphabétique des ingénieurs des mines.

A

MM.
Allou ✻, ing. en chef, réserve.
Audibert, élève, hors de concours.

B

Baudin, O., arr. de Clermont.
Bayle, élève.
Beaumont (Élie de) (O ✻), ing. en chef. École des mines.
Bertera, élève.
Berthier (O ✻), insp. gén. (inspection de l'ouest et École des mines.)
Bertrand de Boucheporn, O., arr. de Toulouse.
Bertrand, élève.
Billy (de) ✻, ing. en chef, arr. de Strasbourg.
Bineau ✻, ing. en chef, S. ex.
Blavier (Éd.), ing. en chef, arr. de Douai.
Bonnard (de) (O ✻), inspect. gén. (inspection du sud-est).
Bossey, élève.
Boudousquié ✻, O., arr. de Périgueux.
Boulanger, O., arr. de Clermont.
Boureuille (de), ✻, O., administration centrale et commission des Annales des mines.
Boyé, aspirant, arr. de Besançon.
Brongniart (O ✻), ing. en ch. Manuf. de Sèvres, S. ex.
Burdin ✻, ing. en chef, arr. de Clermont.

C

Cacarrié, élève, hors de concours, arr. de Nantes.
Cachon, élève, hors de concours, arr. d'Alais.
Callon, O., École des mineurs de St-Étienne.
Chancourtois (de), élève.
Chéron, O., réserve.
Chéron ✻, insp. gén. adj. (inspection du nord-ouest.)
Chevalier (Michel) ✻, ing. en chef, commission de statistique de l'industrie minérale.
Clapeyron, ✻, ing. en chef, congé.

MM.
Combes ✻, ing. en chef, École des mines, et service spécial des machines à vapeur.
Comte, O., arr. de Douai.
Cordier (C ✻), insp. gén. (inspection du sud-ouest).
Couche, O., arr. de Paris.

D

Daubrée, O., ar. de Strasbourg.
Debette, élève.
Declerck, O., Aveyron, service particulier.
Delamotte, O., en réserve.
Delaplanche, O., en réserve.
Delaunay, asp., École polytechn.
Delesse, élève hors de concours.
Delsériès ✻, ing. en chef, arr. de St.-Etienne.
Descottes, élève hors de concours.
Diday, O., arr. de Marseille.
Dionde-Manlerade, asp. (Brésil.)
Drouot, O., arr. de Vesoul.
Dubocq, élève.
Dufrénoy (O ✻), ing. en chef, Éc. des mines.
Duhamel, O., arr. de Vesoul.
Dupont, élève, hors de concours, arr. de Toulouse.
Durocher, aspir., arr. de Rennes.
Dusouich, O., arr. de Douai.

E

Ebelmen, O., École des mines, et commission des Ann. des mines.
Élie de Beaumont (Voir Beaumont).

F

Fénéon, ing. en chef, École des mineurs de Saint-Étienne.
Fourcy (Lefébure de), O., arr. de Paris.
Fournel ✻, O., congé.
François, O., arr. de Carcassonne.
Furgaud ✻, ing. en ch., arr. de Guéret.
Fauriet, élève, hors de concours, arr. de Strasbourg.

G

Gabé, ing. en chef, arr. de Troyes.

MM.
Gandillot (Félix) ✻, O., arr. d'Alais.
Garnier (O ✻), insp. gén. adjoint (inspection du nord-est).
Gervoy ✻, O., réserve.
Gentil, élève.
Gras, ✻, O., arr. de Grenoble.
Gruner, O., École des mineurs de Saint-Étienne.
Guenyveau ✻, insp. gén. adjoint (inspection de l'est).
Gueymard (O ✻), ing. en chef, arr. de Grenoble.
Guillebot, asp., arr. de Vesoul.

H

Harlé, O., réserve.
Hennezel (de), O., réserve.
Hérault ✻, ing. en ch., arr. de Caen.
Héricart de Thury (O ✻), insp. gén. (inspection du nord).

J

Jacquot, élève, hors de concours.
Jacquot (P.), élève.
Juncker ✻, ing. en chef. Carrières de Paris.

L

Lambert (Ch.-Jos.-Emile), élève.
Lambert (Ch.-Jos.), O. Réserve.
Lamé ✻, ing. en chef, Ecole polytechnique.
Leboullenger, O. Réserve.
Lechâtellier, arr. O. de Paris.
Le Cocq, O., arr. de Paris et Ecole des mines.
Lefebvre ✻, ing. en ch., arr. d'Amiens.
Lefrançois, élève hors de concours, arr. de Rouen.
Leplay ✻, ing. en chef, École des mines, et commission de statist. de l'indust. minérale.
Levallois ✻, ing. en chef, arr. de Dieuze et S. ex.
Lorieux ✻, ing. ch., arr. de Nantes.

M

Manès, ing. en ch., arr. de Mâcon.
Marignac (Gallissard de), élève hors de concours. Congé.
Marrot ✻, ing. en ch., arr. de Périgueux.

MM.
Martha Becker,
Meissonnier, élè
Meugy, élève
arr. de Rive-d
Migneron (O ✻),
tion du centr
Mœvus, O., arr.
Moisson-Desroch

O

Osery (d'), élève

Parrot, O. Réser
Piérard, élève
arr. de Caen.
Pigeon, O., arr.
Piot, élève, ho
serve.
Poirier Saint-Bri
arr. de Paris.

Regnault, O., Éc
Renouf, élève.
Reverchon, O.,
Reynaud, O. Co
Roussel Galle ✻
des mineurs d

Sagey, O., arr. d
Saint-Léger (de)
Sauvage, O., ar
Sénarmont (Hur
Paris, servic
chines à vape
Senez, O., arr.
S. ex. (Aveyr
Sentis, O., arr.

Thibaud ✻, ing.
Thirria ✻, ing.
conseil gén. d
Transon, O. Éc

Varin, ing. en
Vène, O., arr. d
Ville, élève.
Villeneuve (de)

Ingénieurs en retraite.

…let ✱, insp. gén. hon.
…mpeaux (de) ✱, ing. en ch.
…ssac (baron de) ✱, ing. en ch.
…amel ✱, insp. gén.
Rozière (de) ✱, insp. div. hon.
Villefosse (baron Héron de) (O ✱), insp. gén.
Trémery ✱, ing. en ch. dir.

Veuves d'ingénieurs.

… des veuves.	Noms et grades de leurs maris.		Résidences.	Départements.
…nelle de …ndmaison.	Brochant de Villiers.	insp. gén.	Paris.	Seine.
…t.	Clère.	ing. en ch.	Douai.	Nord.
…d.	Cocquerel.	ing. en ch.	Amiens.	Somme.
…s.	Collet-Descotils.	ing. en ch.	Paris.	Seine.
….	Dé Gallois.	ing. en ch.	Saint-Étienne.	Loire.
…x.	Hassenfratz.	insp. div.	Paris.	Seine.
…et.	Laverrière.	ing. en ch.	Paris.	Seine.
	Lelièvre.	insp. gén.	Paris.	Seine.
…in.	Muthuon.	ing. en ch.	Lyon.	Rhône.
…es de …reque.	D'Aubuisson.	ing. en ch. d.	Toulouse.	Haute-Garonne.

COMMISSIONS DE SURVE

Instituées pour la navigation à vapeur (*).

MM.	*Allier.*
Bérolle.	Ing. en chef des ponts-et-chau
Jémois.	Ing. en chef de la navigation.
Boulenger.	Ing des mines.
Pollard.	Inspecteur de la navigation.
Daguin.	Professeur de physique au coll royal de Moulins.
Chocheprat. . . .	Ancien officier de marine.
Dubouys (Alph.).	*Idem.*
	Bouches-du-Rhône.
De Villeneuve. . .	Ing. des mines.
Diday.	*Idem.*
De Montricher. . .	Ing. des ponts-et-chauss.
Moissard.	Ing. de la marine.
Durbec.	Capitaine de port.
Bazin.	Armateur de bateaux à vapeur
Fasquiné.	Construct. de machines à vape
Catelin.	Officier en ret. de la mar. royal
Barré.	Propriétaire de moulins à vape
Gallice.	Commandant du génie.
Benet fils.	Armateur.
Pierrugues.	Capitaine d'artillerie.
Réguis.	Chef d'escadron d'artillerie.
Souchère fils. . . .	Professeur de chimie.
Demange.	Constructeur de machines.
Toussaint.	Ingénieur des ponts-et-chauss.
	Calvados (Voir *Seine-Inférieur*
	Charente-Inférieure.
Hubert.	Direct. des constructions naval
Clarck.	Ing. des construct. navales.
Cros.	*Idem.*
Lemoyne.	Ing. des ponts-et-chaussées.

(*) Ces commissions sont établies en vertu de l'ordonn 1823, relative aux bateaux à vapeur. Elles sont chargées préfets, de s'assurer si ces bateaux sont construits avec sol en ce qui concerne l'appareil moteur ; si cet appareil est so dans toutes ses parties ; et s'il ne présente pas de probabil détériorations dangereuses, etc.

MM.		
Dor.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	La Rochelle.
Quilliard.	Asp. ing. des ponts-et-chaussées.	
Marchegay. . . .	*Idem.*	
Lepage aîné. . . .	Constructeur de navires.	
	Corse.	
Soleau.	Ing. des ponts-et-chauss., faisant fonctions d'ing en chef.	Ajaccio.
Beguin	Ing. des ponts-et-chauss.	
Lapisse	Capitaine du génie.	
De Ronsart. . . .	*Idem.*	
Vogin	Ing. des ponts-et-ch.	Bastia.
Heina.	Capitaine au corps royal du génie.	
Bonhomme. . . .	Capitaine d'artillerie.	
Sisco.	Architecte de la ville de Bastia.	
	Côtes-du-Nord.	
Boucher.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Dinan.
Gautier	Négociant.	
Josselin	Négociant.	
	Dordogne.	
. . . .	Ing. des ponts-et-chaussées.	Bergerac.
Rennes.	Médecin.	
Sylvestre.	Conducteur des ponts-et-chauss.	
Faugère fils. . .	Avocat.	
Carré.	Pharmacien.	
Gounouilhou . . .	Horloger.	
Clouet fils.	Maître serrurier.	
	Finistère.	
Anmaitre.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Morlaix.
Andrieux (Aristide).		
Boyer	Architecte.	
Monier (*Désiré*). .	Mécanicien.	
Le Loutre.	Capitaine au long cours.	
Fribourg.	Président de la chambre de comm.	
Le Moyne.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Brest.
Simon.	Ancien ingénieur en retraite.	
Ronin.	Memb. du com. sup. d'instr. pr.	
Lévêque.	Ing. des constructions navales.	
Narjot.	Capitaine du génie.	
	Gard.	
Vinard.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Nimes.
Varin.	Ing. des mines.	
Plagniol.	Inspect. de l'Académie de Nimes.	
Vassas.	Ancien élève de l'École Polytech.	
Perrier.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Granier.	Capitaine de génie en chef.	
Gastons-Vincens. .	Anc. capitaine de génie.	
Denis Benoist. . .	Exploit. des fond. et forges d'Alais.	
Rousseau.	Ingénieur civil.	
Bouchet aîné. . . .	Mécanicien.	

MM.		
Tavernel.	Membre du cons. gén. du départ.	Beaucaire
De Chastellier. . . .	*Idem.*	
Thibaud.	Ing. en chef des mines.	
Chenot.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Hebert.	Anc. élève de l'Ecole Polytechniq.	
Laurent.	Architecte.	
Eug. de Labaume.	Lieut. col. au corps roy. d'ét.-maj.	
Sibour.	Maire, à Pont-St-Esprit.	
Clerc fils.	*Idem*, à Roquemaure.	
	Gironde.	
Deschamps. . . .	Ing. en chef dir. des ponts-et-ch.	Bordeaux.
Varin.	Ing. des mines.	
Magonty.	Pharmacien.	
Malaure.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Jaquemet.	*Idem.*	
Cousin père. . . .	Maître de forges.	
Bompar.	Capitaine de port.	
Fol.	Direct. de la fonderie du Bacalan.	
Coureau fils . . .	Constructeur.	
Tabuteau.	Ing. des ponts-et-chauss.	
Alphand.	Asp. ing. *idem.*	
	Hérault.	
Garella.	Ing. des mines.	Cette.
Sarran.	Armateur, négociant.	
Attazin	Négociant, anc. offic. de la marine.	
Bessil (Antoine). .	Ancien constructeur de navires.	
	Ille-et-Vilaine.	
Robinot.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Rennes.
Amaury-Dréo. . .	Négociant.	
Sohard.	Horloger-mécanicien.	
Leroy-Hudelez. . .	Serrurier-mécanicien.	
Bataille.	Contre-maître de la manufacture de la Pelletière.	
	Indre-et-Loire.	
Maurice.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Tours.
Sagey.	Ing. des mines.	
Bellanger.	Ancien conseiller de préfecture.	
Jacquemin.	Architecte.	
Walwein	Maire de Tours.	
Borgnet.	Proviseur du coll. royal.	
	Loire-Inférieure.	
Cabrol.	Ing. en ch. des ponts-et-ch.	Nantes.
Lorieux.	Ing. en chef des mines.	
Jégou.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Maillard de la Gournerie.	*Idem.*	
Audidert	Élève-Ingénieur des mines.	
Bellanger	Capitaine de port.	
Bertrand - Fourment.	Mécanicien.	
Leray.	Constructeur de navires	

M.

Loiret.

loucaud.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Orléans.
ejeune.	Ing. en chef du canal latéral à la Loire.	
ermon-Douville.	Présid. de la chambre de comm.	
havannes.	Vice-président *idem.*	
etit.	Prof. de phys. au coll. d'Orléans.	
'eber.	Mécanicien.	

Lot-et-Garonne.

ob.	Ing. en chef des ponts-et-chauss, chargé du service du canal latéral à la Garonne et de la navig. de la Garonne.	Agen.
	ing. en chef des ponts-et chaussées du département.	
	ing. ordin. des ponts-et-chauss. attaché au serv. de la Garonne, à Agen.	
aumgarten. . . .	Ing. ord. des ponts-et-chauss. attaché au can. lat. et à la Garonne.	
. . . .	Ing. ord. des ponts-et-chauss.	
De Sévin.	Voyer en chef du département.	
artayrès.	Professeur de mathématiques.	
De Cressonnière. .	Ancien élève de l'école polytech.	
larraud.	*Idem.*	
lquié	Secrétaire général de la préfect.	
ol.	Chef de bureau. *Idem.*	

Maine-et-Loire.

'ourier.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Angers.
acarrié.	Ing. des mines.	
ron	Sous-directeur à l'école des arts et métiers.	
illard.	Négociant.	
alabert.	Mécanicien.	
onyau.	Ingénieur civil.	
'olski.	Garde mines.	

Morbihan.

'ionnois.	Ing. en chef des travaux marit.	Lorient.
eich.	Ing. des construct. navales, dir. de l'école d'applic. du génie marit.	

Moselle.

ejoindre	Ing. des ponts-et-chaussées, f. f. d'ing. en chef.	Metz.
everchon	Ing. des mines.	
De Pontbriant. . .	Ing. civ.	
osselin.	Chef de bataillon du génie.	
ulmann.	Lieut. colon. d'artillerie.	
lassiard.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
lavet père. . . .	Constructeur de machines.	
'andernoot. . . .	Architecte.	
'récot.	Ing. des ponts-et-chaussées.	

MM.	
	Nièvre.
Boncaumont. . . .	Ing. en chef des ponts-et-chau
Comoy.	Ing. en ch. du canal lat. à la Loi
Dufaud père. . . .	Conseiller de préfecture.
Bompois.	Propriétaire.
Greſs.	Ing mécanicien.
	Oise.
De Marcilly. . . .	Ing. en chef des ponts-et-chau
Louische Desfontaines.	Ing. des ponts-et-chaussées.
Accolet.	Constructeur de bateaux.
Beaurain.	Inspect. de la navigation de l'O
Ouarnier.	Maître du port.
Le Prince, père. .	Ancien marinier.
Mulochot.	Inspect. des bât. de la couron
	Pas-de-Calais.
Marguet.	Ing. en chef des ponts-et-chau
Michelin.	Sous-commissaire de marine.
Pollet.	Lieutenant de port.
Henry.	Architecte.
Legris.	Professeur d'hydrographie.
Néhou.	Ing. en chef du port.
Quehen.	Commissaire de marine.
Margollé.	Capitaine de port.
Isaac l'aîné. . . .	Négociant.
Darquer.	Directeur d'usine à vapeur.
	Pyrénées (Basses-).
Durant.	Ingén. des ponts-et-chauss.
Piolle de Champflorin.	Élève-ing. *idem.*
Pierre Lannes. . .	Négociant.
François Stein. . .	Mécanicien.
Duhart-Fauvet. .	Négociant.
Descandes.	Constructeur de navires.
Jauréguiberry. . .	Officier de port.
	Bas-Rhin.
Couturat.	Ing. en chef des travaux du Rh
De Billy.	Ing. en chef des mines.
Schwilgué.	Mécanicien.
Persoz.	Prof. à la faculté des sciences.
Busch.	Maître batelier.
	Rhône.
Cailloux.	Ing. en chef des ponts-et-chau
Montgolfier. . . .	Mécanicien.
Tabareau.	Professeur à la Faculté des sc.
Malmazet.	Adjoint au maire de Lyon.
Gauthier.	Membre du conseil mun. de Ly
Monmartin. . . .	Ancien officier du génie.
Garella.	Ing. des ponts-et-chaussées.
Jordan.	*Idem.*
Meynard.	*Idem.*
Duverger.	Aspirant ing. des ponts-et-chau
Pigeon.	Ingénieur des mines.

Saône-et-Loire.

MM.

De Noel	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Châlons.
Manès	Ing. en chef des mines.	
Lemise	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Moreau	*Idem.*	
Boissenot	Pharmacien.	
Bessy	Chimiste.	

Seine.

Combes	Ing. en chef des mines.	Paris.
Rohault	Commiss. archit. de la préfecture.	
Bruzard	Architecte.	
Dumoulin	Inspecteur général de la navigat.	
Bineau	Ing. en chef des mines.	
De Sénarmont	Ing. des mines.	

Seine-et-Marne.

Jousselin	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Melun.
Poirée	Asp. ing. des ponts-et chaussées.	
Semane	Géomètre en chef du cadastre.	
Dupont	Architecte du départem ent.	
Prévost	Pharm. de la mais. cent. de Melun.	
Mondot	Insp. de la navigation.	Montereau
Lefèvre	Conducteur des ponts-et-chauss.	
Duhaut-Fleury	Ing. des ponts et-chaussées.	
Tonnelier	Médecin.	
Valette	Direct. de la manufact. de faïence.	
Girault-Dabon	Ancien serrurier-mécanicien.	

Seine-et-Oise.

Delapeche	Ing. des ponts-et-chaussées.	St.-Germain-en-Laye.
Guy	Ancien député, propriétaire.	
Beauvalet		
De Breuvery	Anc. maire de St-Germain, propr.	
Marcus	Docteur-médecin.	
Bigot	Ing. des ponts-et-chaussées.	Mantes.
Chevallier	Maire de la ville de Mantes.	
Fortel	Juge suppléant au trib. de Mantes.	
Hernoux	Conservateur des hypothèques.	
Desmarres	Memb. du cons. mun. de Mantes.	
Guibourg	Ingén. des ponts-et-chaussées.	Corbeil.
Feray	Membre du conseil général.	
Saigneau	Manufacturier à Essones.	
Darblay	Manufacturier à Corbeil.	
Laroche	Propriétaire.	

MM. *Seine-Inférieure.*

Frissard. . . . . . Ing. en chef des ponts-et-chau
De Saint-Léger . . Ing. en chef des mines.
Adamoli. . . . . . Ing. des ponts-et-chaussées.
Legrand. . . . . . Capitaine de port.
Malivoire . . . . . Inspecteur de la navigation.
Gueroult . . . . . Ex-constructeur de navires.
Delérue. . . . . . Chef de division à la préfecture
Gors. . . . . Professeur de mathémat.
Delafosse. . . . . Négociant.
Saintaulieu. . . . Conduct. des ponts-et-chauss

Renaud. . . . . . . Ing. en chef des ponts et-cha
Chevallier. . . . . Ing. des ponts-et chaussées.
Bellanger. . . . . Directeur du port.
Bertheloot. . . . . Capitaine de port.
Guérin. . . . . . Anc. capitaine au long cours.

Méry. . . . . Ing. des ponts-et chaussées.
Darbel. . . . . . Lieuten. de port.
Briffard. . . . . . Anc. officier de marine.
Legal. . . . . . . Anc. capitaine au long cours.
Fanouillers. . . . Constructeur de navires.

Somme.

Beaulieu. . . . . . Ing. des ponts-et-chauss.
Richard. . . . . . Commissaire de marine.
Robert. . . . . . Professeur d'hydrographie.
Delahaye. . . . . . Conduct. des ponts-et-chauss
Vasseur. . . . . . Lieutenant de port.

Var.

Joffre. . . . . . . Ingénieur de la marine.
Lambert. . . . . Ing. des travaux hydrauliques.
Marielle. . . . . . Sous-ingénieur de la marine.
La Barre du Parc. Élèv. ing. des ponts-et-chauss
Marchand. . . . . Lieutenant de port.
Gueit. . . . . Architecte.

(*) La commission du Havre est instituée pour les Lit'[illegible]
fleur.

CIRCULAIRES

Adressées à MM. les Préfets et à MM. les Ingénieurs des mines.

Paris, le 28 janvier 1842.

Chaudières à vapeur.

Monsieur le Préfet, l'administration s'occupe avec un oin particulier de rechercher, afin de les prévenir, les liverses causes qui peuvent occasionner des explosions lans les chaudières à vapeur, et déjà plusieurs instrucions ont été publiées à ce sujet. Il convient, dans une natière qui intéresse à un si haut degré la sûreté publique, e ne négliger aucune des indications que peut fournir 'expérience ou la théorie

Lorsque ces sortes de chaudières sont construites en onte, elles présentent, à raison du métal qui les compose, m danger particulier, dont un accident récent vient enore d'apporter un exemple. La nature cassante de ce méal le rend sujet à se fissurer par des chocs. Des variations pides de température peuvent également y produire les nêmes effets par suite de l'épaisseur qu'on est obligé de onner aux parois de l'appareil; et ces fissures, quand les demeurent inaperçues, sont capables de déterminer s explosions.

L'usage des chaudières de cette espèce a été prohibé sur bateaux à vapeur par l'ordonnance royale du 25 mai 828. Dans les établissements industriels l'emploi en deent chaque jour plus rare, parce qu'indépendamment de qu'elles sont plus dangereuses que les autres chaudières, les coûtent plus cher et dépensent plus de combustible. ussi ne donne-t-on que de petites dimensions à celles que n fabrique à présent. Toutefois il existe encore un certain nombre de grandes chaudières en fonte qui ont été ites anciennement; si on n'interdit pas de s'en servir, moins il est bien nécessaire qu'elles soient l'objet d'une rveillance spéciale.

Il importe de les inspecter fréquemment, de les sou-

mettre de temps à autre, et une fois au moins par an, aux épreuves, surtout quand, par leur vétusté ou la haute tension de la vapeur employée, elles sont de nature à inspirer plus d'inquiétudes. Enfin l'on doit provoquer la réforme de celles qui présenteraient des indices de fissures d'autres altérations.

Je rappellerai ici qu'aux termes de l'ordonnance du 29 octobre 1823, les épreuves de ces appareils doivent toujours avoir lieu sous une pression quintuple de la pression effective de la vapeur; c'est uniquement pour les chaudières en cuivre laminé ou en tôle que la pression d'essai a été réduite au triple par l'ordonnance du 7 mai 1828.

Je vous prie, monsieur le préfet, de transmettre des ampliations de la présente circulaire à MM. les ingénieurs des mines ou des ponts-et-chaussées qui sont chargés du service des machines à vapeur dans votre département. J'en joins ici à cet effet plusieurs exemplaires. Veuillez m'en accuser réception.

Agréez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

Paris, le 15 avril 1842.

Bateaux à vapeur.

Monsieur le préfet, l'instruction ministérielle du 12 juillet 1828, relative à l'exécution des ordonnances royales des 29 octobre 1823 et 9 mai 1828, a établi des règles pour déterminer les épaisseurs à donner aux parois des chaudières à vapeur construites en tôle.

Ces règles, comme l'indique cette instruction, ne s'appliquent qu'aux chaudières cylindriques qui sont pressées intérieurement par la vapeur, c'est-à-dire sur leur surface concave. Quand les chaudières sont ainsi pressées, leur forme ne s'altère point; elles la conservent jusqu'au moment où, par l'excès de la tension de leurs fibres, elles viendraient à se déchirer; et lorsque le métal a l'épaisseur voulue d'après la formule donnée dans l'instruction, la pression effective *maximum* de la vapeur dans la chau-

ière, et la pression triple exercée pour l'épreuve, ne lui font supporter que des tensions qui sont incapables de l'altérer.

Mais il n'en est plus de même pour les tubes intérieurs qui, dans certaines chaudières, telles que celles que l'on emploie souvent sur les bateaux, contiennent le foyer ou servent de conduit à la flamme et à la fumée, et qui se trouvent pressés par la vapeur du dehors en dedans. Alors les fibres du métal sont comprimées au lieu d'être tendues; ces tuyaux, quand leur diamètre est un peu grand, se déforment et plient sous une pression même peu considérable, et une déformation assez légère suffit pour changer toutes les conditions de résistance du cylindre, en déterminer l'écrasement complet et la rupture.

Il convient donc de donner à ces tuyaux plus d'épaisseur, et de les renforcer par des armatures, comme, par exemple, à l'aide de cercles ou de fortes bagues en fer forgé établies dans leur concavité, qui diviseraient le tube en plusieurs tronçons assez courts et en préviendraient la déformation.

Il serait bien, généralement, que les tubes de ce genre eussent une épaisseur moitié en sus de celle qui est indiquée par la formule et la table de l'instruction précitée. Si l'on n'en fait point une règle absolue, il est du moins très-essentiel de renouveler fréquemment la pression d'épreuve, afin de reconnaître les pièces qui seraient défectueuses, et d'en provoquer la réparation ou le remplacement en temps utile.

Ces épreuves doivent avoir lieu au moins une fois par an, devant la commission de surveillance et sous sa direction, en profitant, pour les faire, des époques où les bateaux, arrêtés par la saison ou par les crues de rivières, viennent d'être visités ou réparés. Aucun bateau à vapeur ne doit être admis à rentrer en navigation qu'après que son appareil a été soumis à un nouvel essai par la pompe de pression, et qu'il a été constaté, par procès-verbal de la commission, que la chaudière a bien supporté l'épreuve.

Il est une autre précaution qui a déjà été recommandée dans l'instruction du 15 septembre 1839, et sur laquelle les accidents survenus encore récemment montrent qu'on ne saurait trop insister : c'est que les salles où se tiennent les passagers soient séparées du local de la chaudière et de

la machine par des cloisons très-solidement établies, construites en tôle ou entièrement revêtues d'une doublure en feuille de ce métal. Cette précaution peut éviter bien des malheurs, en préservant les passagers des atteintes de l'eau bouillante et de la vapeur en cas de déchirure de quelques parties de l'appareil, et même dans le cas d'une explosion, si, comme cela est arrivé quelquefois, cette explosion se produisait sans que la vapeur eût acquis une force expansive très-grande.

C'est en prenant ainsi tous les soins convenables qu'on parviendra à prévenir ou du moins à atténuer beaucoup les causes de dangers. Bientôt sans doute le nouveau règlement dont l'administration s'occupe viendra compléter ce système de mesures si important pour la sûreté publique. Mais une inspection assidue est surtout bien nécessaire, et je me plais à reconnaître de nouveau ici le zèle et le dévouement avec lesquels les commissions de surveillance et les ingénieurs s'acquittent de la mission qui leur est confiée.

Je vous prie, monsieur le préfet, de donner de la publicité à la présente circulaire. J'en joins ici des applications pour MM. les membres des commissions de surveillance.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

Paris, le 10 avril 184[illegible].

Élection de domicile à faire par les propriétaires de mines.

Monsieur le préfet, aux termes de l'article 7 de la loi du 21 avril 1810, l'acte de concession d'une mine en donne la propriété perpétuelle, et elle est dès lors disponible et transmissible comme tous autres biens.

En même temps, le concessionnaire se trouve assujetti, par son titre, à certaines obligations qui passent à ses représentants, s'il vend, cède ou transporte d'une manière quelconque à autrui sa propriété.

L'administration, chargée d'une surveillance spéciale

sur les mines, a souvent besoin, dans l'exercice de cette surveillance, de s'adresser aux concessionnaires, de leur transmettre des avertissements, des injonctions même. Et par exemple, quand une exploitation est restreinte ou suspendue de manière à inquiéter les consommateurs, une sommation de reprendre les travaux doit, d'après les articles 6 et 10 de la loi du 27 avril 1838, être faite au concessionnaire, et si ces travaux ne sont point repris dans le délai de deux mois, le retrait de la concession peut être poursuivi. Pareillement, quand plusieurs mines sont atteintes ou menacées d'une inondation de nature à compromettre leur existence, la sûreté ou l'intérêt public, le gouvernement peut, en vertu de la même loi, obliger, sous peine de déchéance, les concessionnaires à opérer en commun, et à leurs frais, des travaux d'assèchement, et diverses notifications doivent également avoir lieu dans l'exécution de cette mesure.

Mais lorsque la mine passe en d'autres mains que celles du titulaire primitif, il arrive souvent que l'administration ignore le nom, le domicile du nouveau propriétaire, et alors elle éprouve des difficultés pour faire parvenir les avertissements et les prescriptions nécessaires.

A la vérité, on peut, dans les circonstances où il y a des significations à faire aux concessionnaires des mines, remplir les formalités qu'indiquent les lois civiles, en faisant afficher dans l'auditoire du tribunal du lieu où la mine est située, en remettant au procureur du roi copie desdites significations, etc. Mais ces formalités, quoique régulières, laissent néanmoins en doute si les intéressés ont pu être réellement avertis; et lorsqu'il s'agit surtout d'une mesure aussi grave que le retrait d'une concession de mines, il convient, avant de prononcer cette déchéance, qu'il soit bien constaté que le concessionnaire a été prévenu, et que, s'il n'a point obtempéré aux injonctions qui lui ont été faites, c'est qu'il ne veut point remplir ses engagements.

Autrefois, d'après l'arrêté du 3 nivôse an VI, aucunes ventes, cessions ou autres actes translatifs des droits accordés par les concessions de mines ou les permissions d'usines ne pouvaient avoir leur effet qu'en vertu d'une autorisation spéciale du gouvernement, et les cessionnaires, héritiers ou autres ayants cause, étaient tenus de se pourvoir pour obtenir cette autorisation, en sorte que l'auto-

rité se trouvait ainsi informée des mutations qui avaient lieu.

Ces dispositions n'ont point été reproduites dans la loi du 21 avril 1810, excepté le cas où il est question de partager une mine ou de la vendre par lots; alors, suivant l'article 7, une autorisation du gouvernement est indispensable.

On peut regretter, à beaucoup d'égards, que la même obligation n'ait point été maintenue dans les autres circonstances. La loi exigeant que, pour obtenir une concession de mines, on justifie de certaines garanties, il eût semblé convenable que, lorsque cette propriété change de mains, le gouvernement fût pareillement appelé à examiner si le nouveau titulaire présente ces mêmes garanties: on eût ainsi prévenu bien des abus. Toutefois d'autres considérations ont prévalu : on a pensé que l'obligation de soumettre chaque transport, par vente ou hérédité, à l'approbation de l'autorité était incompatible avec le caractère de propriété imprimé par la loi aux concessions de mines; que, dans l'intérêt même de la bonne exploitation, il fallait qu'elles fussent assimilées aux autres héritages.

Mais, sans faire revivre l'arrêté de l'an VI, on peut du moins exiger certaines formalités qui auront pour objet de mettre l'administration à même de connaître toujours quel est le propriétaire de la mine ou son représentant.

L'article 7 de la loi du 27 avril 1838 renferme une disposition qui consacre les règles que l'administration avait déjà établies, et qui porte que, quand une concession de mines appartient à plusieurs personnes ou à une société, les concessionnaires seront tenus de désigner, par une déclaration authentique faite au secrétariat de la préfecture, celui des concessionnaires ou tout autre individu qu'ils auront pourvu des pouvoirs nécessaires pour recevoir toutes notifications et significations, et en général pour les représenter vis-à-vis de l'administration, tant en demandant qu'en défendant.

Il résulte de cette disposition, ainsi que de celles de la même loi et de la loi du 21 avril 1810, et du décret du 3 janvier 1813, qui ont chargé l'autorité administrative d'une surveillance spéciale sur les mines, que tout propriétaire de mine doit indiquer un domicile où puissent lui être faites les significations que l'administration serait dans le cas de lui adresser, et que, toutes les fois qu'il y a mu-

tation de propriété, par vente, succession ou autrement, la même indication doit être faite par le nouveau propriétaire.

Il m'a paru néanmoins qu'il y avait lieu d'établir explicitement ces prescriptions par un règlement d'administration publique. L'expérience en a montré la nécessité : elles sont toutes dans l'intérêt des concessionnaires, et, sans gêner aucunement la transmission de la propriété des mines, elles auront pour effet de prévenir beaucoup de difficultés.

J'ai l'honneur de vous adresser, monsieur le préfet, une expédition de l'ordonnance du roi, en date du 18 avril dernier, qui a statué sur cet objet. Je vous prie d'assurer l'exécution de cette ordonnance, et de m'en accuser réception, ainsi que de la présente circulaire.

Agréez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération très-distinguée.

Le ministre secrétaire d'état des travaux publics,

Signé J.-B. TESTE.

A Messieurs les ingénieurs des mines.

Paris, le 26 mai 1842.

Documents statistiques à réunir sur l'industrie minérale.

Monsieur, j'ai l'honneur de vous adresser les tableaux destinés à recevoir les documents statistiques relatifs aux diverses branches de l'industrie minérale pour l'année 1841. Les modifications apportées aux anciens cadres résultent de l'expérience acquise depuis plusieurs années; mais elles rentrent toutes dans le plan général du travail dont MM. les ingénieurs ont aujourd'hui une parfaite connaissance, et se rattachent aux objets ordinaires de leurs études. Je compte sur leur zèle accoutumé pour apporter leur tribut à des publications qui acquièrent chaque année une plus grande importance.

État n° 1. — La forme de cet état n'a pas changé depuis le remaniement qu'on a fait l'année dernière, quelques légères suppressions simplifieront le travail.

La nouvelle classification adoptée dans le groupement

des combustibles minéraux a été généralement bien comprise et observée avec soin dans les états produits pour l'année 1840; MM. les ingénieurs devront toutefois fixer plus particulièrement leur attention sur la distinction des espèces de combustibles qui correspondent aux catégories II, III et IV. Ils devront éviter aussi de classer parmi les anthracites ou les houilles dures des houilles appartenant à d'autres catégories, mais qui, étant souillées d'une grande quantité de principes terreux, donnent par la calcination un résidu aussi lourd que celui qui caractérise les deux premières variétés, supposées presque pures.

Etat n° 2. — Déjà, dans la circulaire du 15 juin 1841, on a indiqué la nécessité de déterminer la portion de la valeur du minerai préparé et rendu à l'atelier de fusion, qui est ou peut être attribuée comme redevance à l'Etat et au propriétaire du sol. Les documents produits jusqu'à ce jour n'ont pas été aussi complets qu'on doit le désirer; il convient de ne rien négliger pour remplir cette année le cadre qui est tracé.

Dans tous les cas où la redevance est effectivement payée au propriétaire par un exploitant proprement dit, la détermination de cette redevance n'entraîne aucune difficulté : il suffit de s'enquérir soigneusement des usages établis, et d'éviter les erreurs dans les conversions de mesures qu'il faudra souvent faire pour présenter les résultats dans la forme indiquée par le tableau.

Lorsque au contraire l'exploitant est en même temps propriétaire, il faudra avoir égard aux observations consignées dans la note (c) de l'état n° 2.

On devra d'ailleurs consigner au deuxième verso de l'état n° 2 les principales observations auxquelles la question de la redevance peut donner lieu, notamment des détails sur la forme adoptée par les parties intéressées pour déterminer la quotité de la redevance; des éclaircissements sur les hypothèses qu'on aura été obligé de faire, dans certains cas particuliers, pour remplir le cadre tracé par la colonne (41) de l'état n° 2 pour la totalité des mines et minières.

Etat n° 3. — L'état n° 3 présente seulement deux modifications. Il conviendra à l'avenir de consigner, à côté de la date de la permission des usines, celle de leur construction, ou, à défaut d'un chiffre précis, l'époque approchée à laquelle remonte cette construction.

Il sera nécessaire aussi de désigner séparément, dans la classification des feux et ateliers, ceux qui sont relatifs à la fabrication même de la fonte brute pour moulage en première fusion, et ceux qui servent spécialement au moulage de cette fonte. Les premiers, c'est-à-dire les hauts-fourneaux de diverses classes, continueront à figurer au § Ier, intitulé *Fabrication de la fonte*, tandis que les ateliers de moulage seront reportés au § IV, *Élaboration du gros fer et de la fonte*.

Le travail sur l'historique de l'industrie du fer a été fourni d'une manière à peu près complète pour un grand nombre de départements. En conséquence, je ne redemande point la production de ce genre de renseignements d'une manière aussi expresse que les années précédentes, mais il demeurera bien entendu que ceux de MM. les ingénieurs qui n'ont point encore traité complétement la question historique relative aux usines de leurs départements, ou qui ont négligé de s'en occuper jusqu'à présent, voudront bien produire les renseignements qu'ils ont mission de recueillir.

J'appelle particulièrement l'attention sur la notice demandée au deuxième verso de l'état n° 3, touchant les prix actuels des bois et des charbons et les variations du prix de ces combustibles à diverses époques. On comprend aisément toute l'importance des questions qui sont posées. Les renseignements relatifs aux mesures généralement employées dans le pays pour évaluer les bois et les charbons, au poids du mètre cube de ces combustibles, etc., doivent être d'ailleurs depuis longtemps en la possession de MM. les ingénieurs, puisqu'ils sont indispensables pour le calcul des résultats consignés chaque année sur les états.

État n° 4. — La modification indiquée pour l'état n° 3, et relative à la séparation entre la fabrication de la fonte pour moulage en première fusion et le moulage même de cette fonte, doit se reproduire dans l'état n° 4, pour ce qui concerne les consommations et les produits. Ainsi la main-d'œuvre et la valeur réelle de la fonte moulée ne figureront qu'au § IV, tous les autres détails continuant à être consignés au § II.

La question intéressante du commerce des fontes, fers et aciers, commence à offrir quelques résultats. En coordonnant ceux qui ont déjà été produits, on a pu simplifier, tout en la précisant davantage, la forme des tableaux des-

és à recevoir les documents relatifs à l'année 1841. Ces eux tableaux, dont les totaux se correspondent et se contrôlent, seront facilement compris.

Pour lever tous les doutes qui pourraient encore se pré senter, je joins ici un exemplaire de ces deux tableaux, sur lesquels on a consigné, en ce qui concerne le commerce de la fonte brute et de la fonte moulée, le résultat du dépouillement qui a été fait dans ces nouveaux cadres des renseignements relatifs à l'année 1839.

On a plusieurs raisons de penser que ces résultats, contrôlés à diverses sources, et notamment auprès de l'administration des douanes, pour ce qui concerne l'importation, l'exportation et les revirements par cabotage, approchent plus de la réalité que ceux qui avaient été produits dans le travail statistique. Il y a lieu d'espérer toutefois que de nouvelles recherches faites aux lieux de production et de consommation permettront d'atteindre cette année un nouveau degré d'approximation.

Je dois consigner ici une observation importante.

Le dépouillement que l'administration fait chaque année des résultats consignés sur l'état n° 4 prouve que la quantité de fonte élaborée par les forges et par les ateliers de moulage excède toujours notablement la somme des quantités de fonte produites dans le royaume et importées pour la consommation intérieure. On est porté à croire que cette anomalie, qui se reproduit constamment dans le même sens, résulte de ce que MM. les ingénieurs ne tiennent pas suffisamment compte des vieilles *fontes* et des ferrailles élaborées par les forges et par les ateliers de moulage ; il y a lieu de rechercher très-attentivement quelles proportions de vieilles fontes et de riblons entrent dans la consommation de ces ateliers.

État n° 5. — La forme de cet état a été sensiblement améliorée, et les changements qu'on y a introduits ont eu surtout pour but de préciser les renseignements relatifs aux diverses opérations métallurgiques, et d'isoler les chiffres qui concernent chacune d'elles. Il importait en effet de se rendre compte des consommations et des produits successifs, afin de parvenir à connaître la valeur créée par le traitement compliqué des métaux autres que le fer. L'exemple présenté au premier recto de l'état n° 5, pour le traitement d'un minerai de plomb et d'argent,

indique suffisamment la forme sous laquelle il conviendra de consigner les renseignements.

L'administration a demandé récemment à MM. les ingénieurs des renseignements touchant les verreries, cristalleries, etc.; le peu de temps qu'ils ont eu alors pour s'occuper de ce travail, qui était nécessaire à M. le ministre de l'agriculture et du commerce, n'a pas permis de le fournir partout d'une manière complète. Il y a lieu de donner sur ce sujet tous les détails qu'on pourra réunir. Je désire qu'on entre aussi dans tous les développements possibles au chapitre de la fabrication des poteries fines et du laminage des métaux. Quant aux nombreux ateliers minéralurgiques relatifs aux poteries communes, briques, tuiles, etc., aux ciments minéraux, ils resteront pour le moment en dehors du cadre tracé par l'état n° 5.

Le tableau sur les eaux minérales de France ayant été rempli d'une manière généralement satisfaisante, il est inutile de le reproduire cette année. J'invite seulement ceux de MM. les ingénieurs qui auraient quelques rectifications à faire aux documents que l'administration possède à vouloir bien m'en donner connaissance, et à y ajouter tous les renseignements qu'il leur sera ultérieurement possible de se procurer.

ÉTAT N° 6. — Cet état, à la forme duquel MM. les ingénieurs sont habitués depuis deux ans, n'a subi cette année aucune modification.

Je désire que le travail qui fait l'objet de ces instructions me parvienne pour le 15 novembre au plus tard. Je ne puis trop insister pour que cette époque ne soit pas dépassée. Les tableaux rédigés par MM. les ingénieurs ordinaires devront m'être transmis, suivant l'usage, par l'intermédiaire de MM. les ingénieurs en chef, qui y joindront leurs observations.

Recevez, monsieur, l'assurance de ma considération distinguée.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME I.

GÉOLOGIE ET MINÉRALOGIE.

Pag.

Notice sur le gisement, l'exploitation et le traitement de la galène argentifère à Przibram (Bohême); par M. *E. de Hennezel*, ingénieur des mines. . . 27

Description de la villarsite; par M. *Dufrénoy*, ingénieur en chef des mines. 387

Note sur la magnésite de Chenevières, près Champigny, Seine-et-Oise; par M. *Dufrénoy*, ingénieur en chef des mines. 393

Description de la faujasite, nouvelle espèce minérale, par M. *Damour*. 395

Extrait d'un mémoire de M. Haidinger, sur les principaux minerais de manganèse, par M. *Descloiseaux*. 477

Note sur les richesses de la Bohême en combustibles fossiles, et sur le bassin houiller de Raduitz en particulier; par M. *Michel Chevalier*, ingénieur en chef des mines. 575

Sur un nouveau mode de décrépitation et sur les pierres qui produisent ce phénomène (pierres fulminantes de Dourgnes); par M. *de Quatrefages*. 603

CHIMIE.

Résultats principaux des expériences faites dans le laboratoire de Clermont (Puy-de-Dôme), pendant l'année 1841; par M. *Baudin*, ingénieur des mines. 85

Pag.

Résultats principaux des expériences faites dans le laboratoire de Marseille, pendant l'année 1841; par M. *Diday*, ingénieur des mines. 107

Résultats principaux des expériences faites dans le laboratoire d'Alais, pendant l'année 1841; par M. *Varin*, ingénieur des mines. 115

Analyse de la marceline; par M. *Damour*. 400

Rapport sur l'analyse chimique des sables de mer de la baie du Mont-Saint-Michel; par M. *L. Marchal*, ingénieur des ponts et chaussées. 503

Résultats principaux des expériences faites dans le laboratoire de Mézières, pendant l'année 1841; par M. *Sauvage*, ingénieur des mines. 521

Résultats principaux des expériences faites dans le laboratoire de Dijon, pendant l'année 1841; par *Guillebot de Nerville*, aspirant-ingénieur des mines. 541

Résultats principaux des travaux exécutés dans le laboratoire de chimie de Vesoul, pendant l'année 1841; par M. *Drouot*, ingénieur des mines. . . . 683

Résultats principaux des travaux faits dans le laboratoire de l'École des mines de Saint-Étienne, dans le cours de l'année 1841; par M. *Gruner*, ingénieur des mines. 701

Résultats principaux des expériences faites dans le laboratoire de Périgueux pendant l'année 1841; par M. *Boudousquié*, ingénieur des mines. . . . 728

MÉTALLURGIE.

Mémoire sur le nouveau procédé de fabrication du fer, au moyen du gaz des hauts-fourneaux, employé à Wasseralfingen et dans quelques usines de l'Allemagne; par M. *Achille Delesse*, élève-ingénieur des mines. 433

Description du traitement du cuivre par cémentation, pratiqué à l'usine de Stadtberg, dans la

Pag.

Westphalie; par M. *Achille Delesse*, élève-ingénieur des mines. 477

Notice sur l'affinage du fer par la méthode bergamasque dans les usines de Lombardie; par M. *Audibert*, élève-ingénieur des mines. 613

MÉCANIQUE. — EXPLOITATION.

Rapport sur l'explosion d'une chaudière à vapeur à bord du paquebot *le Riverain* n° 1, naviguant entre Nantes et Angers; par M. *Combes*, ingénieur en chef des mines. 3

Description d'une machine soufflante à colonne d'eau; par M. *de Marignac*, élève-ingénieur des mines. 69

Mémoire sur l'exploitation des mines de houille aux environs de Newcastle sur Tyne; par M. *Piot*, élève-ingénieur des mines. 117

Rapport sur un flotteur d'alarme présenté par M. Daliot, inspecteur de la navigation, chargé de la surveillance des bateaux à vapeur; par M. *Combes*, ingénieur en chef des mines. 425

Extrait d'un mémoire sur les travaux de recherches et d'aménagement des eaux thermales de Bagnères-de-Luchon, exécutés de 1828 à 1841; par M. *J. François*, ingénieur des mines. 557

ADMINISTRATION.

Jurisprudence des mines; par M. *de Cheppe*, chef de la division des mines. 733

Ordonnances du roi, et décisions diverses concernant les mines, usines, etc., rendues pendant le premier semestre de 1842. 786

Décisions sur le personnel des mines. 839

État général du personnel des mines au 1er juillet 1842. 841

Pag.

Circulaires adressées à MM. les préfets et à MM. les ingénieurs des mines. 861

Table des matières contenues dans le tome I. . . 873

Explication des planches jointes au tome I. 877

Annonces d'ouvrages nouveaux concernant les mines et usines, publiés en France pendant les mois de mai et juin, et à l'étranger pendant le 1er semestre de 1842. . . . *xj* à *xxj*

FIN DE LA TABLE.

PLANCHES JOINTES AU TOME Ier.

Pag.

Pl. I. Chaudières du bateau à vapeur le Riverdin n° 1. 3

Pl. II. Machine soufflante à colonne d'eau de Henschel, employée dans le haut-fourneau de Veckerhagen. . . . . 69 et suiv.

Fig. 1, 2, 3 Élévation, coupe et plan de la machine.

Pl. III. Machine soufflante à colonne d'eau.

Fig. 1 à 10. Détails des pièces de cette machine. .

Pl. IV. Exploitation des mines de houille de Newcastle-sur-Tyne. . . . . 117 et suiv.

Fig. 1. Carte du bassin houiller de Newcastle. . . 121

Fig. 2 à 11. Coupes géologiques et circonstances principales de gisement. . . . . 138 et suiv.

Fig. 12 à 29. Détails de boisage, d'exploitation et d'aérage. . . . . 164 et suiv.

Pl. V.

Fig. 1. Plan de la mine de Wallsend. . . . . . 194 et suiv.

Fig. 2 à 22. Détails relatifs à l'aérage. . . . . . .

Pl. VI.

Fig. 1 à 3. Coupe d'un puits d'exploitation. . . . 225 et suiv.

Fig. 4 à 2. Détails relatifs à l'épuisement des eaux et à l'extraction de la houille. . . . .

Pl. VII. Machine et engins pour le roulage et l'extraction de la houille. 242

Pl. VIII. Extraction de la houille et transport à la surface. . . . . 258 et suiv.

Pl. IX. Exploitation des mines de houille de Newcastle-sur-Tyne.

Fig. 1 à 23. Systèmes et mécanismes employés pour l'embarquement de la houille. . . . . 303 et suiv.

Pl. X.

Fig. 1 à 3. Plan et élévations du drop de So

Fig. 8 à 20. Détails des pièces du mécanis

Fig. 4 à 7. Waggon employé à la surface.

Pl. XI.

Fig. 1 à 18. Détails relatifs à l'embarque houille. . . . .

Fig. 19 à 24. Balances d'eau du pays de G

Pl. XII.

Fig. 1 à 27. Formes cristallines des princi rais de manganèse. . . . .

Fig. 28 à 30. Villarsite. . . . .

Fig. 31 à 33. Faujasite. . . . .

Fig. 34. Appareil pour l'analyse des miner ganèse. . . . .

Pl. XIII. Fabrication du fer au moyen de hauts-fourneaux. . . . .

Fig. 1 à 11. Disposition des hauts-fournea fours à gaz. . . . .

Pl. XIV.

Fig. 1. Plan général d'une usine pour la du fer au gaz. . . . .

Fig. 2, 3, 4. Presse pour la préparation du fer puddlé. . . . .

Fig. 5. Cubilot au charbon de bois . .

Pl. XV. Traitement des minerais de cuivr mentation. . . . .

Fig. 1 à 6. Détails des fourneaux et appa

Fig. 7. Forme cristalline de l'oxyde de zi

Pl. XVI. Analyse des sables de mer de la mont Saint-Michel.

Fig. 1. Carte de la baie du mont Saint-Mich

Pl. XVII. Travaux sur les eaux ther Bagnères-de-Luchon. . . . .

Fig. 1. Plan d'ensemble.

Fig. 2, 3. Nivellements.

Fig 4 à 8. Coupes.

Pag.

Pl. XVIII. Plan des travaux de recherche et d'aménagement des eaux thermales de Bagnères-de-Luchon. . . . . 563 et suiv.

FIN DU TOME 1er.

ERRATA.

Page.	*ligne.*	*au lieu de :*	*lisez :*
28	29	section de la grauwacke,	schiste de la grauwacke.
45	23	charbon de bois. . . 270,	charbon de bois. . 0,270.
id.	24	poussier. 040,	poussier. . . . . . 0,040.
id.	27	trois demi-hauts-fourneaux à manche,	trois demi-hauts-fourneaux et un fourneau à manche.
51	5	(5e colonne). . . 2k,47,	2k,470.
id.	6	» 1 ,39,	1 ,394.
id.	13	2,706,	2me,706.
56 / 57	dernière. / 1re	142,245f,63c,	142,165f,63c
id.	19	2,400,	2k ,400.

ANNONCES

D'ouvrages nouveaux relatifs aux sciences et aux arts qui se rapportent à l'exploitation des mines et usines.

FRANCE.

JANVIER — FÉVRIER 1842.

C. Bresson. Traité élémentaire de mécanique appliquée aux sciences physiques et aux autres : Mécanique des corps solides. In-4° de 85 feuilles 3/4, plus un autre in-4° d'un quart de feuille et 18 pl. Impr. de Bachelier, à Paris. — A Paris, chez Bachelier, quai des Augustins, n° 55. Prix. . . . . 25 fr.

F.-X.-P. Garnier. Régime des eaux, ou Traité des eaux de la mer, des fleuves, rivières navigables et flottables et autres eaux de toute espèce. 3e édition, tome IV; in-8° de 23 feuilles 1/4. Impr. de Pillet aîné, à Paris.— A Paris, chez l'Éditeur, rue de l'Odéon, n° 30. Prix. . . . . 5 fr.

L. Puissant. Traité de géodésie, ou exposition des méthodes trigonométriques et astronomiques applicables à la mesure de la terre et à la construction des canevas des cartes topographiques. 3e édition, tome 1er, in-4°, 66 feuilles 1/2 plus 11 pl. Impr. de Bachelier, à Paris. A Paris, chez Bachelier, quai des Augustins, n° 55.
Tous les mois deux ou trois feuilles, avec planches.

Description des machines et procédés consignés dans les brevets d'invention, de perfectionnement et d'importation dont la durée est expirée, et dans ceux dont la déchéance a été prononcée; publiée par les ordres de M. le ministre du commerce. Tome XLIII, in-4°, de

61 feuilles 3/4, plus 27 pl. Impr. de Bouch
à Paris. — A Paris, chez Bouchard-Huzard
peron, n° 7. Prix. . . . . . . , ...

INAUGURATION du chemin de fer de Strasbour
le comte Jules de Suzer, rédacteur en che
l'Alsace. In-18 de 4 feuilles. Impr. de
Strasbourg. — A Strasbourg, chez tous le
chez l'auteur, rue Bouclier, n° 1. Prix. .

POLICE du roulage, recherches sur les princ
raissent devoir former la base d'une nouvel
Commission spéciale. Février 1839—déc
In-4° de 19 feuilles, plus 2 tableaux. Impr
Paris. — A Paris, chez Carilian-Gœury et D
des Augustins, n°s 39 et 41.

C.-F.-A. LEROY. Traité de géométrie descrip
la méthode des plans cotés et de la théori
nages cylindriques et coniques, avec une c
pures, composée de 59 pl. Seconde édition
ensemble de 56 feuilles, plus 69 pl. Imp
lier, à Paris. — A Paris, chez Bachelier, q
gustins, n° 55, chez Carilian-Gœury et Da
. . . .

PAUL-ADRIEN DE LYON. Un réseau de viabilité
d'eau. Exposé et considérations sur le moy
sur le sol de la France, la viabilité gratui
ment, l'irrigation, la force motrice. In-8°
plus une pl. Impr. de Fain, à Paris. — A
Carilian-Gœury et Dalmont, quai des Aug
et 41 ; à Lyon, chez Ayné.

NOTE sur l'application de la vapeur à la navi
de 2 feuilles. Impr. de Basile, à Marseille.
de St-Maur

TERQUEM ET GERONO. Nouvelles annales de
ques, journal des candidats aux écoles pol
normale. Janvier 1812. In-8° de 4 feuilles,
Impr. de Fain, à Paris. — A Paris, Chez Ca
et Dalmont, quai des Augustins, n°s 39 et
nuel. . . . .

Cours de chimie organique, appliquée, professée par M. Payen. Description des appareils de chimie appliquée, légende des lithographies du cours, par MM. Knab et Leblanc. 1re liv. Impr. de Bouchard-Huzard, au Conservatoire royal des Arts et Métiers.

Explication sur la machine à vapeur rotative à émission de Staite; précédée d'un aperçu sur l'invention de la machine à piston, et d'une comparaison entre la puissance relative et les avantages que présentent les deux systèmes, par W. Edouard Staite, traduite de l'anglais, par M. C. Mitchell. In-8° de 2 feuilles, plus une pl. Impr. de Terzuolo, à Paris. — A Paris, chez Raymond-Bocquet, place de la Bourse, n° 13.

La Métallurgie expliquée par les lois du calorique. Traité sur l'art de travailler le fer, par MM. Fayant et Eugène Fleury. 1re liv. In-8° d'une 1/2 feuille. Impr. de Saintin, à Paris. — A Paris, chez Saintin, rue St-Jacques, n° 38.

L'ouvrage aura un volume publié en 50 livraisons, avec planches et dessins. Prix de la livraison. . . . . 1 fr. 50 c.

FRANCE.

MARS — AVRIL.

Expériences sur le tirage des voitures et sur les effets destructeurs qu'elles exercent sur les routes, exécutées en 1837 et 1838, par ordre du ministre de la guerre, et en 1839 et 1840, par ordre du ministre des travaux publics; par *A. Morin*. In-4 de 47 feuilles 1/2. Impr. de Guiraudet, à Paris. — A Paris, chez Mathias, quai Malaquais, 15. Prix. . . . . 22 fr.

Importance du parcours partiel sur les chemins de fer; par M. *Minard*. In-8 d'une feuille. Impr. de Fain, à Paris.

Chemin de fer de Paris à Strasbourg par Metz, et des chemins de fer concédés comme lignes défensives et comme lignes frontières, par *J. Kohler*. In-8 de 2 feuilles. Impr. de Risler, à Mulhouse.

De la locomotion. Recueil de faits qui se rattachent au principe de la chaleur; par M. *Frimot*. Tome Ier. In-8 de 20 feuilles 1/4, plus une planche. Impr. de Maulde, à Paris. — A Paris, chez Carilian-Gœury et Dalmont, quai des Augustins, nos 39 et 41. Prix. . . . . . 5 fr.

Supplément à la 4e édition du Traité des chemins; par *F.-X.-P. Garnier*, comprenant la nomenclature de la loi du 21 mai 1836, et des changements et des augmentations sur les chemins de toutes les espèces 3e édition. In-8 de 12 feuilles. Impr. de Pillet aîné, à Paris. — A Paris, chez l'éditeur, rue de l'Odéon, no 36. Prix. 3 fr.

Tableau de l'état actuel et des progrès probables des chemins de fer de l'Allemagne et du continent européen, comparés avec ce qui existe et ce qui se prépare en France à cet égard; par le baron *Paul de Bourgoing*. In-8 de 26 feuilles. Impr. de Bourgogne, à Paris. — A Paris, chez Carilian-Gœury et Dalmont, quai des Augustins, nos 39 et 41. Prix. . . . . 7 fr. 50 c.

(Sans carte.)

TRAITÉ GÉNÉRAL de l'expropriation pour c
publique en France, d'après la loi du 3
de toutes ses applications aux chemins de
par M. *Gand*. In-8 de 33 feuilles 1/4. Im
pont, à Paris. — A Paris, chez l'auteu
martre, nº 154. Prix. . . . .

ABRÉGÉ ÉLÉMENTAIRE DE CHIMIE, considérée c
accessoire à l'étude de la médecine, de la
de l'histoire naturelle; par *J.-L. Lassa*
seur de chimie à l'école vétérinaire d'Alfo
revue, corrigée et augmentée. 2 vol. in-8
92 feuilles 1/4, plus un atlas in-8 d'un
feuille et 21 pl. Impr. de Loquin, à
Paris, chez Béchet jeune et Labé, place
Médecine, nº 4. Prix. . . . .

CONSEIL GÉNÉRAL DES MANUFACTURES. Session
rif des fers. Rapport de la commission ;
labot. In-8 de 5 feuilles 1/4. Impr. de
Paris.

CHIMIE AGRICOLE. Du sol arable, de ses v
moyens d'en apprécier les qualités. Fragm
faites à l'école d'agriculture et d'écono
département de la Seine-Inférieure. In-8
Impr. de Leroy, à Caen.

DES MACHINES A VAPEUR aux États-Unis d'A
ticulièrement considérées dans leur appl
vigation et aux chemins de fer. Traduit
R. Hodge, du docteur Renwick et de Da
par M. *Edmond Duval*, ingénieur, pré
troduction par M. Eugène Flachat, et a
plans de machines à vapeur et de renseign
par M. Michel Chevalier. Texte in-4 de
Impr. de Fournier, à Paris. — A Paris
(Augustin), quai Malaquais, nº 15. Prix

DEUXIÈME NOTICE sur l'emploi du bois dans
des chaussées : pavés en bois debout du
daire, de l'invention de M. Auguste Rob
Georges, nº 5. In-8 d'une demi-feuille. Im
à Paris.

STATISTIQUE minéralogique et géologiqu
ment des Ardennes ; par MM. *C. Saut*

vignier. In-8 de 37 feuilles 3/4, plus 5 pl. Impr. de Trécourt, à Mézières. — Mézières, chez Trécourt. Prix. . . . . 10 fr.

ANALYSE RAISONNÉE de la législation sur les eaux ; par *Dubreuil*. Nouvelle édition, mise en rapport avec le dernier état de la législation et de la jurisprudence, augmentée d'un supplément, par MM. *Tardif* et *Cohen*, avec des notes de M. J.-J. Estrangin, et précédée d'une notice sur Dubreuil, par M. *Ch. Giraud*. Tome I, in-8° de 25 feuilles. Impr. de Nicot, à Aix. — A Aix, chez Aubin.

INSTITUTES du droit administratif français, ou Eléments du code administratif, réunis et mis en ordre, contenant, etc. ; par M. le baron de *Gérando*. 2e édition, t. I et II. 2 vol. in-8, ensemble de 80 feuilles 3/4. Impr. de Cosson, à Paris. — A Paris, chez Nève, quai des Orfévres, n° 54.

RAPPORT ANNUEL sur les progrès de la chimie, présenté le 31 mars 1841 à l'Académie royale des sciences de Stockholm, par *J. Berzélius*. Traduit du suédois par *Ph. Plantamour*. Deuxième année. In-8 de 18 feuilles 3/8. Impr. de Béthune, à Paris. — A Paris, chez Fortin, Masson, place de l'Ecole-de-Médecine, n° 1. Prix. 5 fr.

THÉORIE GÉOMÉTRIQUE des engrenages destinés à transmettre le mouvement de rotation entre deux axes, situés ou non situés dans un même plan ; par *Théodore Olivier*. In-4 de 16 feuilles 1/4, plus 4 pl. Impr. de Bachelier, à Paris. — A Paris, chez Bachelier, quai des Augustins, n° 55. Prix. . . . . 10 fr.

FRANCE.

MAI — JUIN.

COLOMÈS DE JUILLAN. Grandes voies de communication entre la Garonne et l'Èbre. Avant-projet détaillé de l'artère principale, et aperçus sur ses ramifications. Tome 1; in-4° de 21 feuilles, plus 3 cartes. Imprimerie d'Hentruyer, aux Batignolles-Monceaux. A Paris, chez Carilian-Gœury et Dalmont, quai des Augustins, nos 39 et 41.

DE GARIDEL. Tables des poussées des voûtes en plein cintre. Deuxième partie, relative au glissement des voussoirs, etc. In-4° de 5 feuilles 1/2, plus 2 tableaux. Imp. de Bachelier, à Paris. — A Paris, chez Carilian-Gœury et Dalmont, quai des Augustins, n°. 39 et 41. Prix. . 2 fr. 50 c.

A. DUMONT. Essai sur l'encaissement et la canalisation du Rhône, considérés sous le double rapport de la défense des propriétés riveraines et des besoins de l'industrie. In-8° de 8 feuilles 1/2, plus une pl. Imprim. de Fain et Thunot, à Paris. — A Paris, chez Carilian-Gœury et Dalmont, quai des Augustins, nos 39 et 41. Prix. . 2 fr.

DESÉTANGS (Stanislas). Mémoire sur les bois employés dans les charpentes des anciens édifices et sur les caractères distinctifs des bois de chêne et de châtaignier. In-8° d'une feuille 1/2. Imp. de Payn, à Troyes. — A Troyes, chez Laloy; à Paris, chez Roret. Prix. . . . . 60 c.

JALABERT VENTUJOL et VALLAURI. Nouveau Système de chemins de fer suspendus au moyen de cordes métalliques ou de rails en fer, pour exécuter l'enlèvement et le transport des matériaux, etc. In-4° de 3 feuilles 1/2, plus une pl. Imp. de Ballivet, à Nîmes.

CLASSIFICATION des plantes phanérogames, d'après la méthode naturelle de Jussieu, modifiée par Loiseleur-Deslongchamps, et adoptée par Merat. In-plano d'une feuille. Imp. de Mellinet, à Nantes. — A Nantes, chez Sebire; à Paris, chez Hachette, rue Pierre-Sarrazin, n° 12.

LESNARD. Navigation à la vapeur. Description d'un nouveau système de rames verticales pour remplacer les roues à aubes des bâtiments à vapeur, etc. In-4° de 3 feuilles, plus une pl. Imp. de Guiraudet, à Paris. — A Paris, chez Mathias (Augustin), quai Malaquais, n° 15.

DUCHEMIN (M. le colonel). Recherches expérimentales sur les lois de la résistance des fluides. In-8° de 22 f. 3/8, plus 5 pl. Imp. de Bachelier, à Paris. — A Paris, chez Bachelier, quai des Augustins, n° 55. Prix. . 6 fr.

C. JACOB. Application de l'algèbre à la géométrie, suivie de la discussion des courbes d'un degré supérieur au second. In-8° de 44 feuilles, plus 13 pl. Imp. de Dembour, à Metz. — A Paris, chez Hachette, rue Pierre-Sarrazin, n° 12; à Metz, chez Mme Thiel. Prix. 9 fr.

J.-C. MIGOUT et C.-H. BERGERY. Cours de machines à l'usage des officiers d'artillerie, des ingénieurs et des praticiens. In-8° de 37 feuilles 1/2, plus 6 pl. Imp. de Verronnais, à Metz. — A Metz, chez Verronnais; à Paris, chez Gauthier-Laguionie, rue et passage Dauphine, n° 36. Prix. . . . . 5 fr.

F.-X.-P. GARNIER. Régime des eaux, ou Traité des eaux de la mer, des fleuves, rivières navigables et flottables, et autres eaux de toute espèce. 3e édition; tome III. In-8° de 27 feuilles 1/8. Imp. de Pillet aîné, à Paris. — A Paris, chez l'auteur, rue de l'Odéon, n° 36. Prix. 5 fr.

ROSSIGNON (Jules). Traité de chimie organique appliquée aux arts, à l'agriculture et à la médecine. 1re partie: Chimie végétale. Tome 1; in-18 de 6 feuilles, plus 1 pl. Imp. de madame Delacombe, à Paris. — A Paris, rue de Bussy, n° 15.

ROSSIGNON (Jules). Traité de chimie organique. Deuxième partie: Chimie végétale. Tome 3; in-8° de 7 feuilles. Imp. de Pecquereau, à Paris. — A Paris, rue de Bussy, n° 15.

É. DU BREUIL. Art du nivellement et applications de cet art à la construction des routes, chemins de fer et de grande communication, etc. 1re et 2e partie. In-8° de 3 feuilles 1/2, plus 16 cartes. Imp. de Crapelet, à Paris. — A Paris, chez Mathias (Augustin), quai Malaquais, n° 15. Prix. . . . . 4 fr.

J. DUPUIT. Considérations sur les frais d'entretien des routes. In-8° de 6 feuilles 1/4. Imp. de Fain et Thunot, à Paris. — A Paris, chez Carilian-Gœury et Dalmont, quai des Augustins, n°s 39 et 41. Prix. . . . . 2 fr.

C.-A. TREMTSUK. Instruction générale pour les chefs d'établissement, conducteurs ou chauffeurs d'appareils à vapeur. In-8° de 6 feuilles 1/4, plus 4 pl. et 8 tableaux. Imp. de Lafargue, à Bordeaux. — A Bordeaux, chez Lafargue.

BLAVIER. Études géologiques sur le département de l'Orne. In-8° de 6 feuilles 1/2, plus 4 planches et une carte. Imp. de Poulet-Malassis, à Alençon. — A Paris, chez Chez Carilian-Gœury et Dalmont, quai des Augustins, n°s 39 et 41.

ANGLETERRE.

1er SEMESTRE DE 1842.

HIGGINS (W.-M.). Book of Geology : being treatise in that science ; to which is add of the geology of English watering place mentaire de géologie, augmenté d'une géologie des points où se trouvent des bai rale. 8 vol., avec planches coloriées. A R. Tyas, Pater noster row. Prix. . . .

WATT (Charles and John). The Chemist. (Chez R. Hastings, 13 Carey Street, en 8 v

AGASSIZ (L.). Recherches sur les poissons f avec planches, in folio. Prix. . . . .

HOBLYN (Richard D.). A Manual of the stea nuel sur les machines à vapeur.) Londr Welst et Ceary. Prix. , ...

CASTLE (Henry-James). A Treatise on land levelling. (Traité sur l'arpentage et le le En 8 vol. Chez Simpking, Marshall et con

MILLER (Hugh). The old red sandstone. (rouge.) Seconde édition, avec une planch taire. Édimbourg, chez John Johnstone : R. Groombudge. Prix. . . . .

ALLEMAGNE.

1er SEMESTRE DE 1842.

Encyclopédie générale des sciences et des arts, publiée par ordre alphabétique; par Ersch et Gauber. Ouvrage accompagné de planches et de cartes. Grand in-4, cartonné, papier ordinaire. . . . . 3 5/6 th.
Vélin. . . . . 5 th.

Bibliographie générale de l'Allemagne, Journal de chimie pratique, publiée par O.-L. Erdmann et R.-F. Marchand. Tomes 25 à 27, 9e année. Grand in-8. Leipzig, chez Barth. . . . . 8 th.

Maschinrukunde, etc.... L'art et le dessin des machines, 3e livraison, grand in-folio; par S. Hainds. Planches 22 à 33, lithographies en partie coloriées. Texte de la page 135 à 234. Grand in-4. Munich. . . . . . 3 th.

Encyclopédie générale des machines. Tome 1er (A-BEU), publiée avec la colloboration de G. Altmuetter, de Burg, etc.; par le docteur S.-A. Hulsse, directeur de l'école industrielle de Chemnitz. Accompagnée d'un atlas de 61 planches. 6e livraison, grand in-8. Leipzig, Voy. Broché. . . . . 1 th.

Journal des mines et usines, renfermant des articles spéciaux pour la géologie et la minéralogie, rédacteur (Carl Hartmann). 52 numéros, accompagnés de planches. Nordhausen, chez Schmidt. . . . . 4 th.

Leyde (Édouard, docteur). Instruction sur l'enseignement de l'analyse chimique qualitative. 2e édition, augmentée d'une instruction sur la pratique de l'analyse chimique. Grand in-8 de 154 pages. Berlin, chez Wittler. 25 ngr.

Archives pour la Minéralogie, la Géognosie, l'exploitation des Mines et la Métallurgie; par les docteurs C.-J.-B. Karsten et H. van Dechen. 15e volume, 2e livraison. Grand in-8 de 28 feuilles, accompagné de 9 plans ou cartes. Berlin, chez Brinner. . . . . 4 th.

GMELIN (Léopold, professeur à Heidelberg, de chimie théorique, 4e édition, corrigé ment augmentée. Tome 1er, 2e livraison (240), avec 2 planches lithographiées. Heid Winter. . . . .

KUPFER (A.-T.), membre de l'académie de S bourg. Tables psycrométriques et météor l'usage des observatoires de l'empire de R In-8 de 256 pages. Leipzig, chez Voy. . .

LEONHARD (R.-C. von), professeur à Heidelb logie ou les Révolutions du globe, mises à tout le monde. 22e livraison, accompagn ches (Tome IV, pages 385 à 490). Stut Schweizerbart. Broché. . . . .

Travaux de la commission pour fixer les poi sures de l'empire de Russie, rédigés par A. 2 vol. Leipzig, chez Voy. 5

Annales du mineur et du métallurgiste, p 1842, publiées par l'Académie royale des m berg. Grand in-8 de 214 pages, avec une tal ches. Freiberg, chez Craz et Gerlach. . .

SCHUBERT (Johann-Andrien), professeur de thématiques, à Dresde. Traité élémentaire 1re partie, traitant du matériel des machi construction, c'est-à-dire des bois, des formes, de la fonte et du moulage, de l'ét avec 22 planches. Lith. Grand in 8 de 460 zig, chez Arnold. . . . .

LIEBIG (docteur Justus), professeur à Gie organique de, etc. 4e livraison. Heidelber ter. Broché. . . . .

Résultat des observations de la société ma l'an 1840, publié par Charles-Frédéric G helm WEBER; avec 6 planches, grand in chez Weidmann Cartamie. . . . .

SOWERBY (James). Conchyliologie minérale d Bretagne, ou Dessins et descriptions des se trouvent à des profondeurs différente formations diverses du globe; traduit de Ed. Desor, revu, rectifié et augmenté de par le docteur L. Agassiz. 8e livraison, gran

ches 138 à 157, pages 257—286]). Brunswig, chez Leibrock. Broché. . . . . 3 th.

Hlubeck (docteur F.-X.), professeur, etc., à Grätz. Examen de la chimie organique du docteur J. Liebig, dans son application à l'agriculture et à la physiologie. In-8 de 72 pag. Grätz, chez Damian et Sorge. 27 th. 5 ngr.

Annuaire astronomique de Berlin, pour l'an 1841 ; publié par I.-F. Encke, directeur de l'observatoire de Berlin. Berlin, chez Dummler. . . . . 3 th. 5 ngr.

Bulletin scientifique, publié par l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg, tome IX. 1841. Leipzig, chez Voy. . . . . 1 th. 15 ngr.

Dictionnaire archnologique ou Manuel des arts industriels, fait d'après le Dictionnaire des arts, des mines et manufactures, du docteur Andrew Ure; par Ch. Karmarsch et Fréd. Heeren : avec plus de 1,200 figures intercalées dans le texte. 4e livraison. Prague, chez Haase fils. Broché. . . . . 25 ngr.

Abich (Dr. Philos.). Planches explicatives des phénomènes géologiques observés au Vésuve et à l'Etna en 1833 et 1834 (4 feuilles (texte allemand et français) et 10 planches). Braunschwicg, chez Wieweg. Broché. 2. 20 (2. 16)

Ai. Ob servations géologiques sur les phénomènes et formations volcaniques dans l'Italie centrale et méridionale. 1er vol., 1re livraison, avec le titre : Sur la nature et les rapports des formations volcaniques. Avec 3 cartes et 2 planches lithogr. 1841, *id.* 2. 20 (2. 16)
Coloriées. 6.

Berzelius. Rapport sur les progrès des sciences physiques, présenté à l'académie suédoise, le 31 mars 1841. Traduit en allemand par Wöhler. Tübing, chez Laupp.
1. 7 1/2 1. 6

Annales de chimie et de pharmacie (9e et 10e année, à 12 cahiers); publiées par Friedr. Wöhler et Just. Liebig, avec collaboration de MM. Dumas, à Paris, et Graham, à Londres. Heidelberg, chez Winter. Chaque année. 7th.

Dictionnaire de chimie pure et appliquée ; publié par J. Liebig, Poggendorf et Wöhler, profess. aux universités de Giessen, Berlin et Gottingen. Braunschwicg, Wieweg.
20. 16

AGASSIZ (Louis). Monographies d'Échinodermes fossiles e vivants; 3e, 4e livrais., III : les Galérites et les Disaste par E. DESOR. IV, l'Anatomie du genre Echinus; pa VALENTIN. 125 pages, avec 26 planches lithogr. et e partie coloriées. Neuchâtel en Suisse. Soleure, che Tent et Gasmann, en commission. . . . . . 14 th

(A paraître prochainement.)

AGASSIZ (Louis). Nomenclatura zoologica, continens no mina systematica generum animalium tam viventium quam fossilium, secundum ordinem alphabeticum dis posita, adjectis auctoribus, libris in quibus reperiuntur anno editionis, etymologiâ et familiis ad quas pertinen in variis classibus. In 4 d'à peu près 80 feuilles. Soleure chez Jent et Gussmann. . . . . 14 th

EYTELURIN (J.-A.). Traité de la Mécanique des solides e hydraulique. Application principale aux constructions 3e édit., corrigée et augmentée; par Fortsna. Avec 5 pl et 60 gravures sur bois. 8°. Leipzig, chez Fleischer.

STÜDER (Bernhard). Éléments de géographie physique et de Géologie, en 3 parties, avec beaucoup de fig. dans le texte. Grand in-8. Berne, chez Dalp.

POGGENDORF. Annales de chimie et de physique, publiées à Berlin. Vol. LV à LVII, avec lithographies. Gr. in-8 (1re livraison). Leipzig, chez Barth. 9, 10. (9, 8).

HERBERGER (E.). Traité de physique d'après le précis élémentaire de Soubeiran. Mainz, chez Künz.

GRUITHUISEN, docteur et professeur d'astronomie, à Munich. Nouvelle et simple méthode trigonométrique, pour la mesure des hauteurs, au moyen de la connaissance de la réfraction terrestre vraie. Grand in-8 (18 fig. avec 3 planches). Munich, chez Palm.

FRESCENIUS (C.-R.). Introduction à l'analyse chimique qualitative, ou Théorie des opérations, des réactifs, et de la manière de se comporter des corps avec les réactifs; préparations des composés les plus communs de la pharmacie, des arts et de l'industrie. (Pour commençants.) Braunschwicg, chez Wieweg.

LIEBIG (J.). Chimie organique appliquée à la physiologie et à la pathologie. Braunschwicg, chez Wieweg et fils.

LYELL (Charles). Principes de Géologie, ou, etc.; traduit en allemand sur la 6e édition originale; par C. Hart-

mann. Aussi avec le titre : Les nouveaux changements du monde organique, etc., avec 6 planches lithogr. In-8. A Weimar, chez Voigt. 3 vol. . . 7 th. 12 ngr.

MUISNER (P.-T.), professeur. Nouveau système de chimie, pour servir de guide à une étude suivie de cette science, avec un appendice contenant un répertoire alphabétique des nouvelles découvertes et progrès de la chimie. 3 vol. Nouvelle édit. Vienne, chez Braumuller et Seidel. 8 th.

RAMMELSBERG (C.-F.), prof. de philos., à Berlin. Traité de Stœchiométrie et de chimie générale théorique. Grand in-8. Berlin, chez Leideritz. . . . . 2 th.

GOBEL (R.), profess. de chimie à Dorpat. Résultats des recherches chimiques faites sur des antiquités métalliques, etc. Erlangen, chez Encke. . . . 7 1/2 th.

KONINCK (L.-R.), prof. à Liége. Description des animaux fossiles qui se trouvent dans le terrain houiller et dans le système supérieur du terrain anthraxifère de la Belgique. Livr. 1—3, brochées. . . . . 10 th.

LITROW (C.-L.), Dr phil. à Vienne. Notes du cours d'astronomie. Vienne, 1830, chez Gerold.

RUSIGGER (Joseph), conseiller des mines, etc. Voyages en Asie, Afrique et Europe, faits dans les années 1835—1841, avec attention particulière à l'histoire naturelle de ces pays. Avec un atlas comprenant des cartes géographiques et géologiques, etc. Stuttgart, chez Schweizerbart. 1re et 2e livr. . . . . 2 th. 15 ngr.

ITALIE.

ELEMENTI DI STATICA architettonica, del
Borgnis, prof. ordinario di matematica a
R. università di Pavia, membro della R. a
scienze di Torino e di altre scientifiche so
da Gaspare Truffi, 1842. Fasc. II. In-8
tavola.. . . . .

LE MACCHINE A VAPOR descritte e spiegate
genti di meccanica e di fisica dal ragionie
Francesco Villa impiegato presso l'I. R. c
trale lombarda, maestro privato di ragio
ria. Coll' aggiunta di alcuni cenni sull' aria
magnetico applicato al movimento de
Opera corredata di tavole. Milano, p
Monti, libraio-editore. 1842. In-8, di p
lante di undici tavole litografiche. . . .

NUOVO SISTEMA DI VETTURE atto ad ogni
sporti sulle strade ordinarie, e di un nuo
di sala per facilitare il moto dei wagons su
strade ferrate. Di Pietro Taverna. Torino
tipografico di Fontana. 1842. In-8, di p
litografica. . . . .

OPUSCOLI MATEMATICI, nei quali si tratta : 1
fezionamenti del telescopio neutoniano; 2
che determinano rigorosamente l'ardam
luminosi a traverso di un sistema qualun
3° d'una macchina per guidare le figure
Gonnella, prof. di matematiche nell'I. R. a
belle arti di Firenze. — Firenze, tipog
1842. In-4. Con tavole. . . . .

RICERCHE INTORNO all' applicazione delle ma
tive ai piani inclinati delle strade di fe
dell' ingegnere Giovanni Arcari. Venezia
e comp., 1841. In-4, di pag. 44 e tavola li

TAVOLE per riconoscere i minerali per mezz
mici semplici per la via secca e per la

Fr. de Kobell, tradotte dalla seconda edizione tedesca in francese da E. Melly, e dal francese in italiano conforme alla terza originale da Adriano de Bonis. Firenze, presso Felice Le Monnier, tipografo, 1842. In-8. •1 l. 68

Memorie della reale Accademia delle scienze di Torino. — Torino, dalla stamperia reale, 1838. Vol. XL. In-4, di pag. xxxiv-352-296-50 e 10 tavole.

Memorie della reale Accademia delle scienze di Torino. Serie seconda. Torino, stamperia reale. 1840. Tomo II. In-4, pag. di lxxii-472-xvi-212 e ii tavole.

Memorie della reale Accademia delle scienze di Torino. Serie seconda. Torino, stamperia reale. 1841. Tomo III. In-4, di pag. lxxiv-344-308.

Fig. 6.

Coupe horizontale de la Chaudière après son explosion.

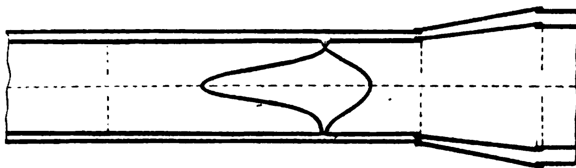


Fig. 3. *Élévation suivt M N de Fig. 2.*

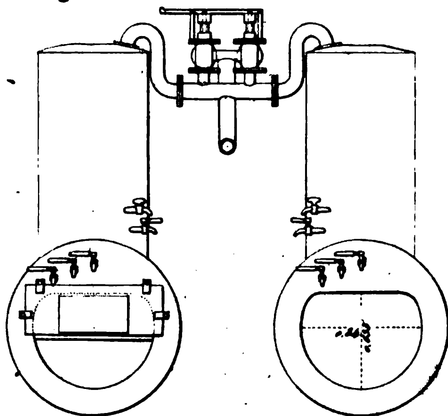


Fig. 7. *Vue du point* R.

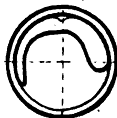


Fig. 8. *Vue du point* S.

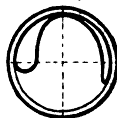
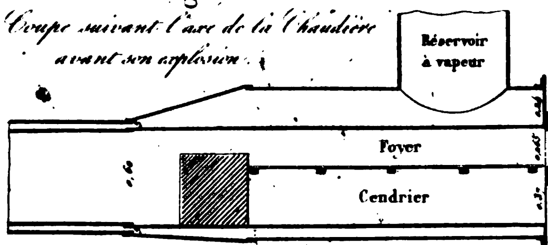


Fig. 4.

Coupe suivant l'axe de la Chaudière avant son explosion.



Echelle de 0.m02 pour mètre.

1 2 3 4 5 mèt.

Gravé par Renon.

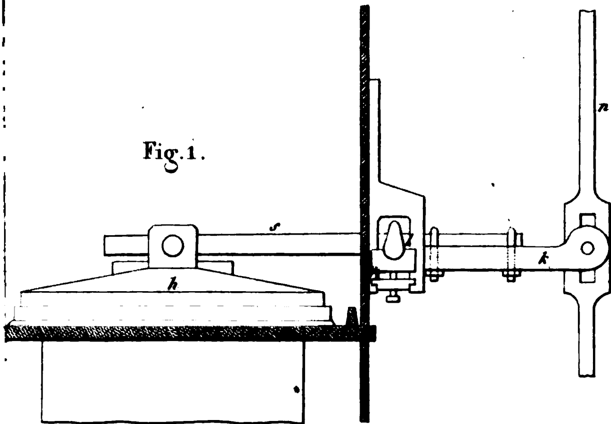


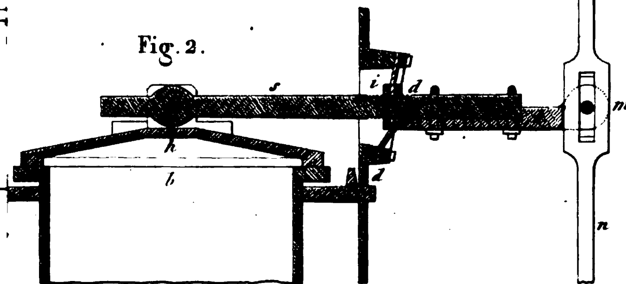
2

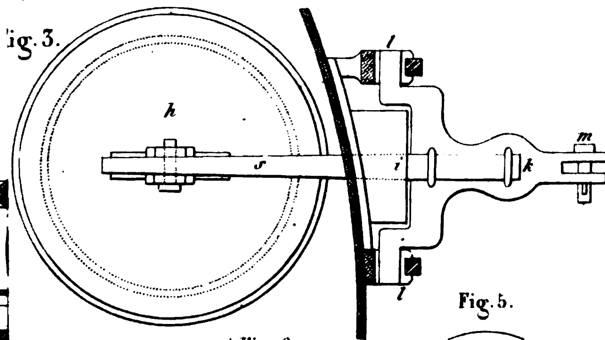
...ie, Tome 1. p

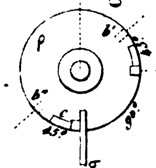
Gravé par Renar...

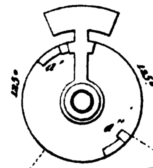










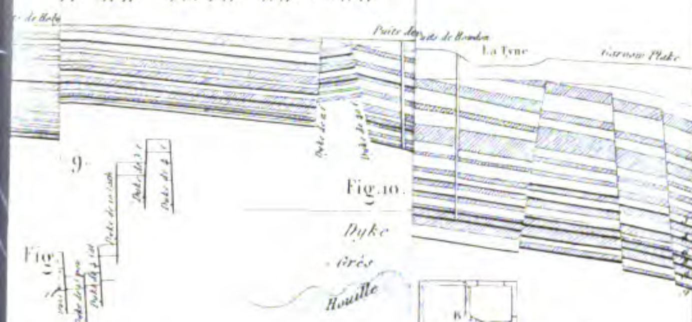


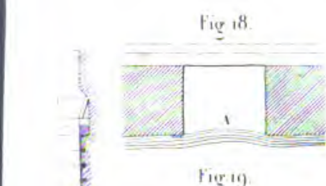
Gravé par Renon.

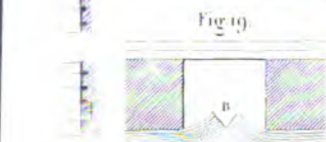


N.

7 Pl. IV.













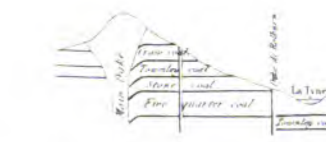
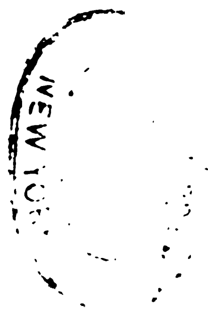
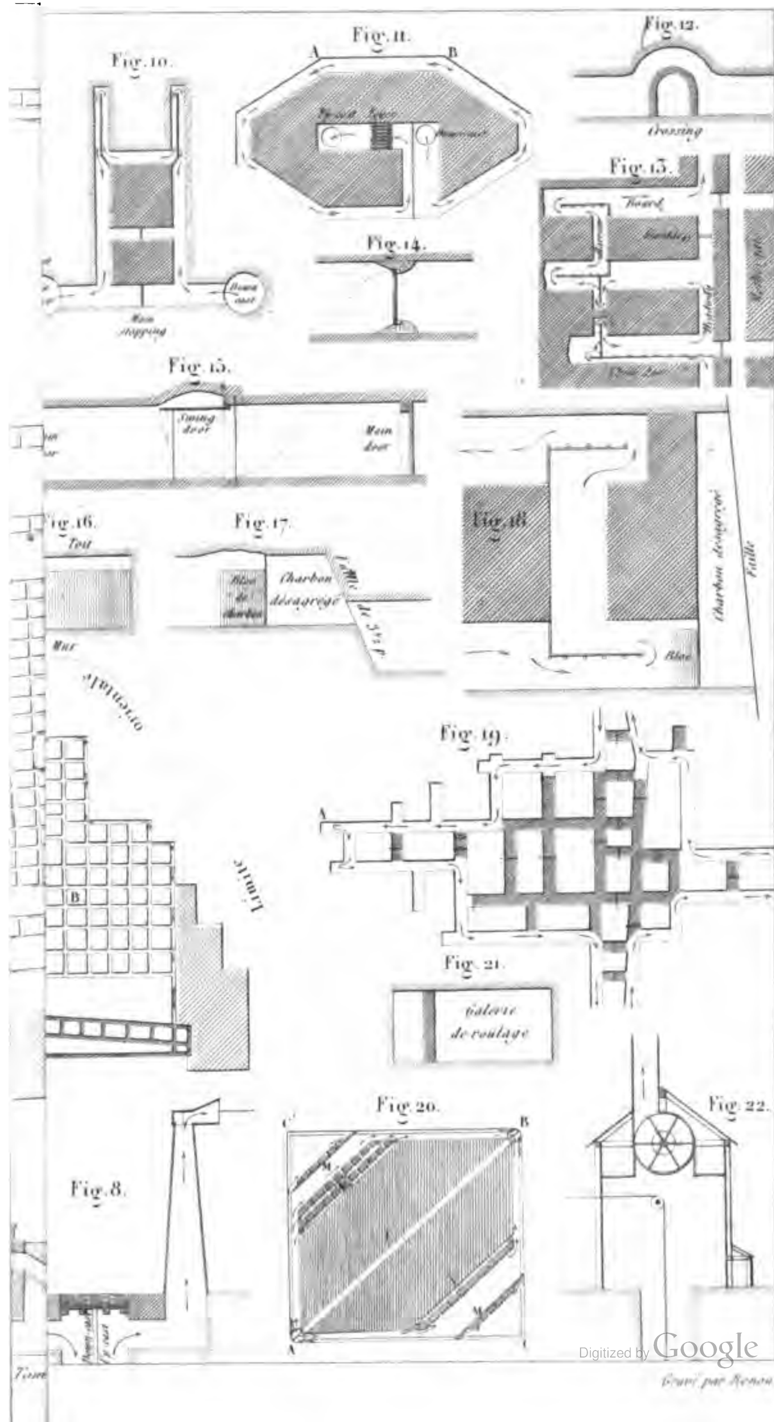






Fig. 28.





Gravé par Renou



Fig. 18.

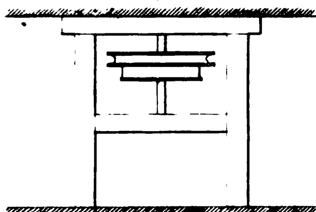


Fig. 19.

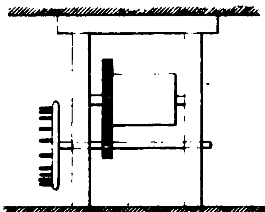


Fig. 22.

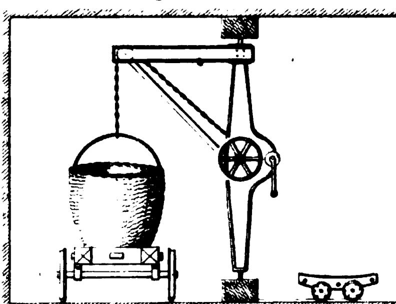


Fig. 23.

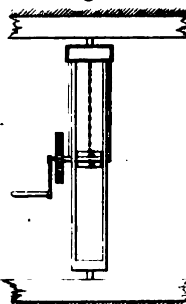


Fig. 8.



Fig. 20.



Fig. 21.

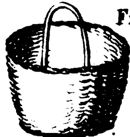


Fig. 24.

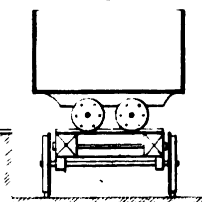


Fig. 9.

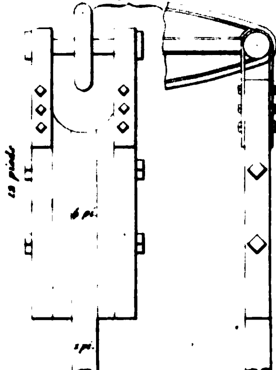
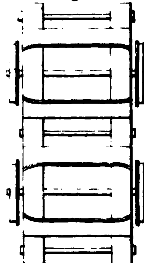
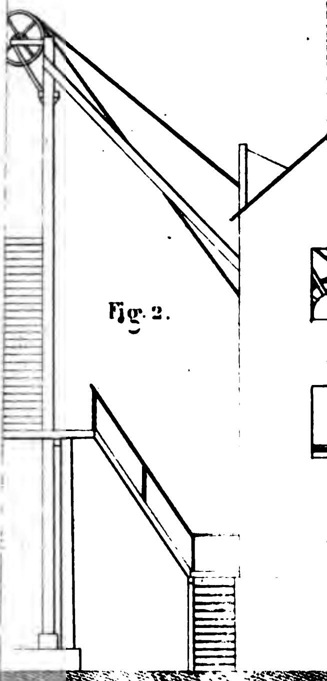


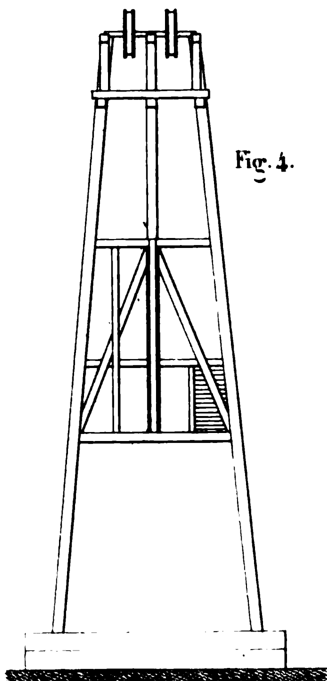
Fig. 25.

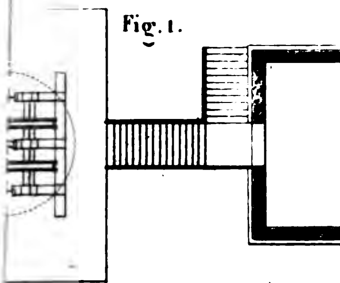


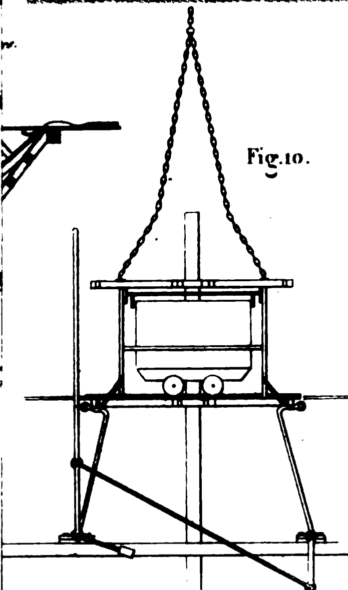
Gravé par Renou.

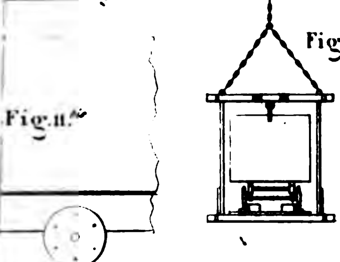
...llé de Newcastle...











Gravé par Renou

Fig. 1.

Fig. 11.

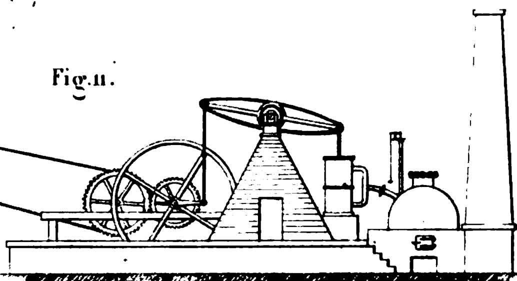


Fig. 26.



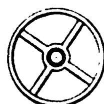


Fig. 27.

Fig. 25.

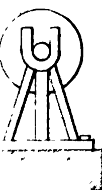
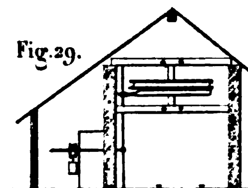


Fig. 29.



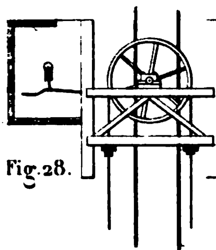


Fig. 28.

Fig. 30.

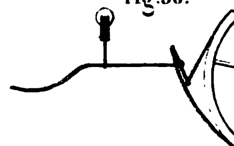


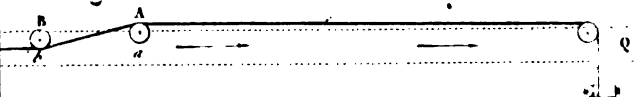
Fig. 16.

Fig. 33.



Fig. 34.

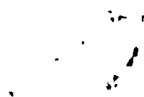
Fig. 35.



page 358

Gravé par K.





9 Pl. IX.

Élévation latérale d'un Drop.

Fig. 9.

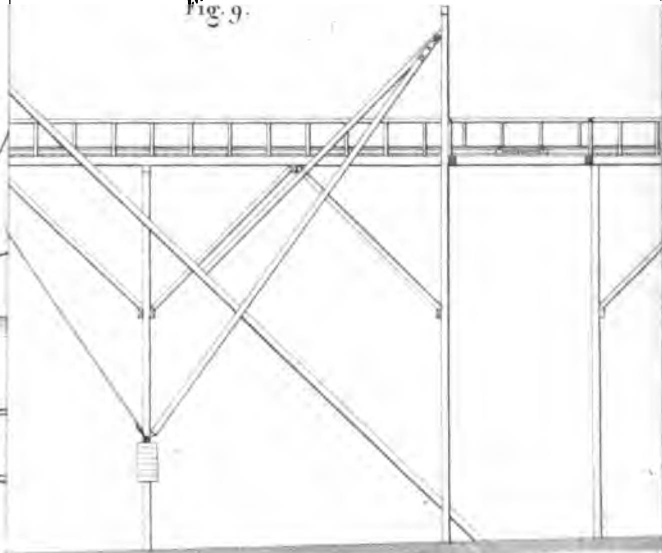


Fig. 19.



Fig. 17.

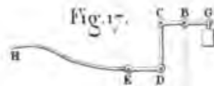


Fig. 22.



Fig. 18.



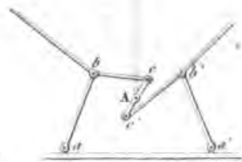
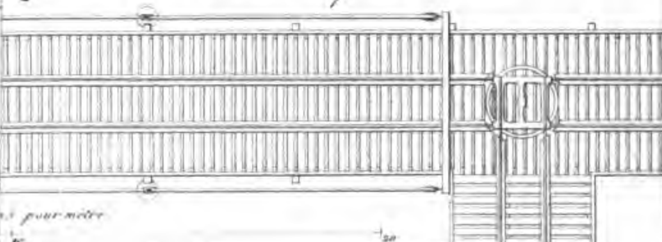


Fig. 16.

. 15.

Fig. 8 *Plan d'un Drop.*



...s pour mètre

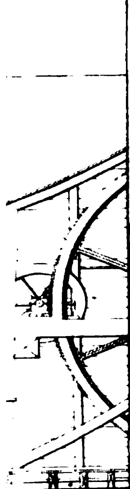
- 303

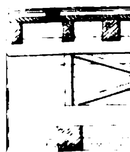
Gravé par Renou.



Pl.

10

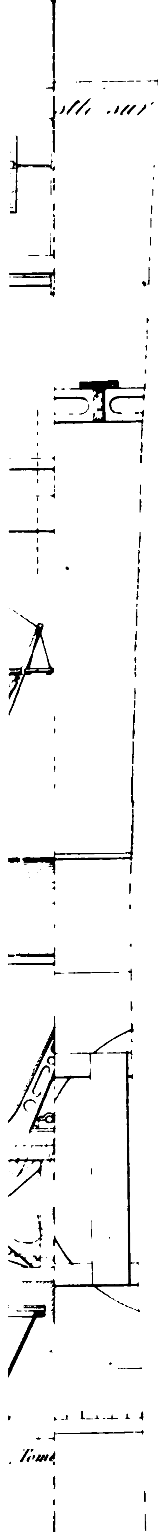


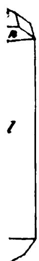


Annales ...


ASTOR LIBRARY

#1

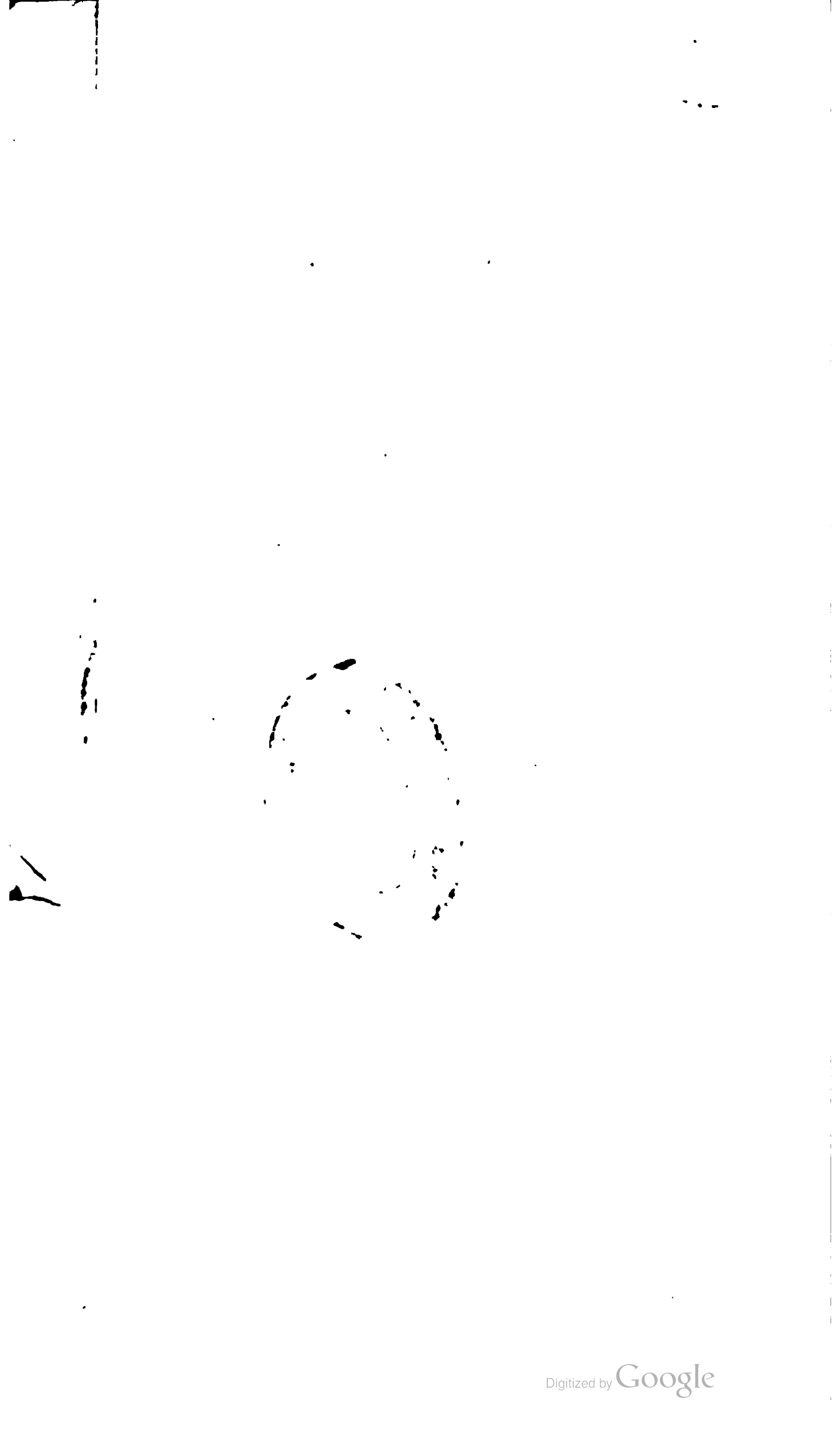


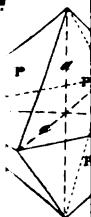


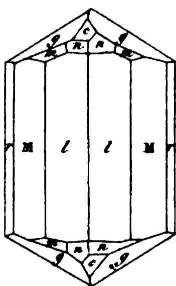


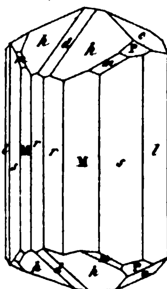


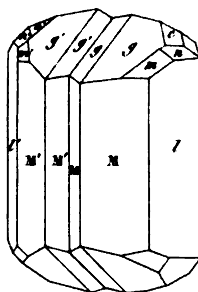
Lemaure



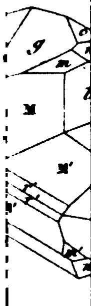


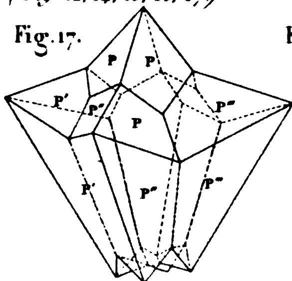


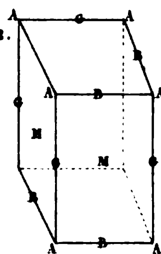




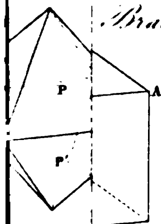
…nnite. (Fig. 12, 14, 15, 16, 17.)

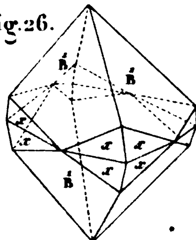


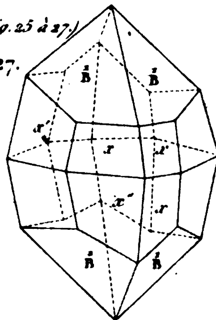




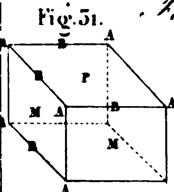
Braunite de St. Marcel. (Fig. 25 à 27.)

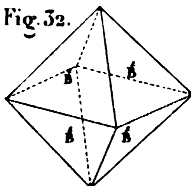


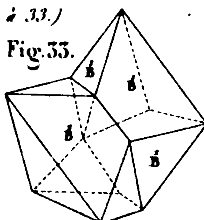




Faujasite. (Fig. 31 à 33.)





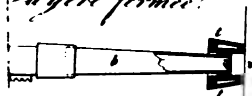


Gravé par Adam et Lemaitre

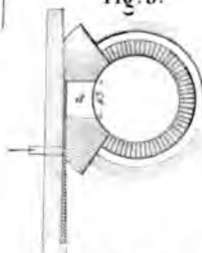


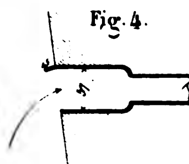
...du fer au moyen...

Tuyère fermée :



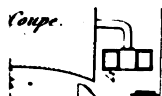
... une seule ouverture.



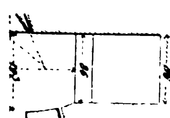


...mazéage.

Coupe.



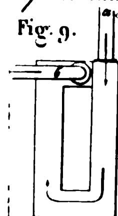
Plan.

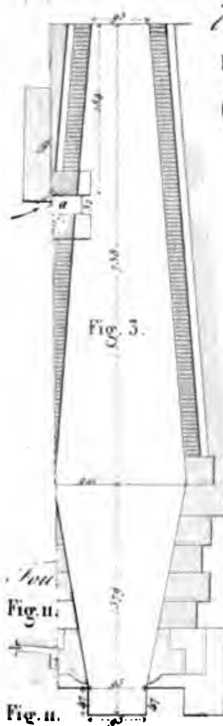


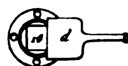
Appareil pour mélanger l'air chaud avec le gaz.



...il pour chauffer l'air.







...il pour mélanger ...aud avec le gaz.

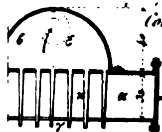


Fig. 11.

Élévation.

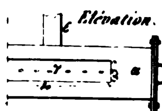


Fig. 11.

... 10 et 11 de 0.m01 pour mètre.

4 — 8 mètres

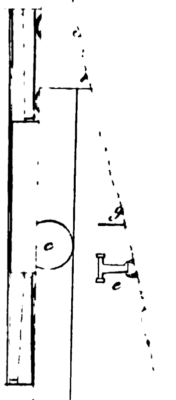
... 7 de 0.m02 pour mètre.

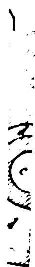
2 — 4 mètres

10 mètres.

Gravé par Adam et Lemaitre



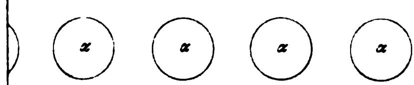




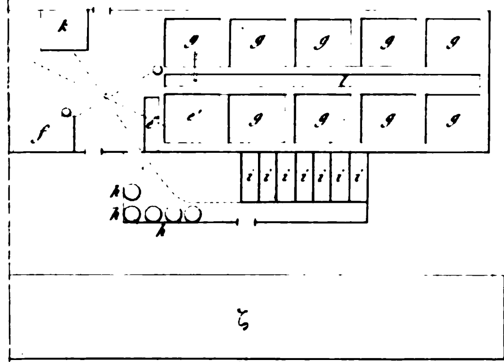
m et Lemaitre



...tphalie.

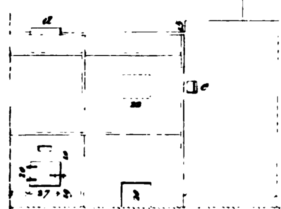


...Usine.

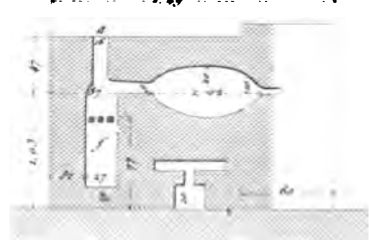


Fourneau pour la fonte du Cuivre de cément.

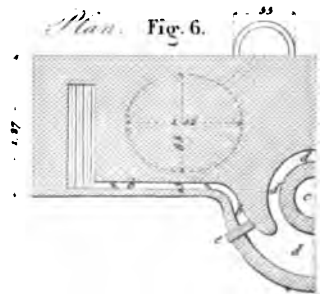
...lévation. Fig. 6.



Coupe. Fig. 6.



Plan. Fig. 6.



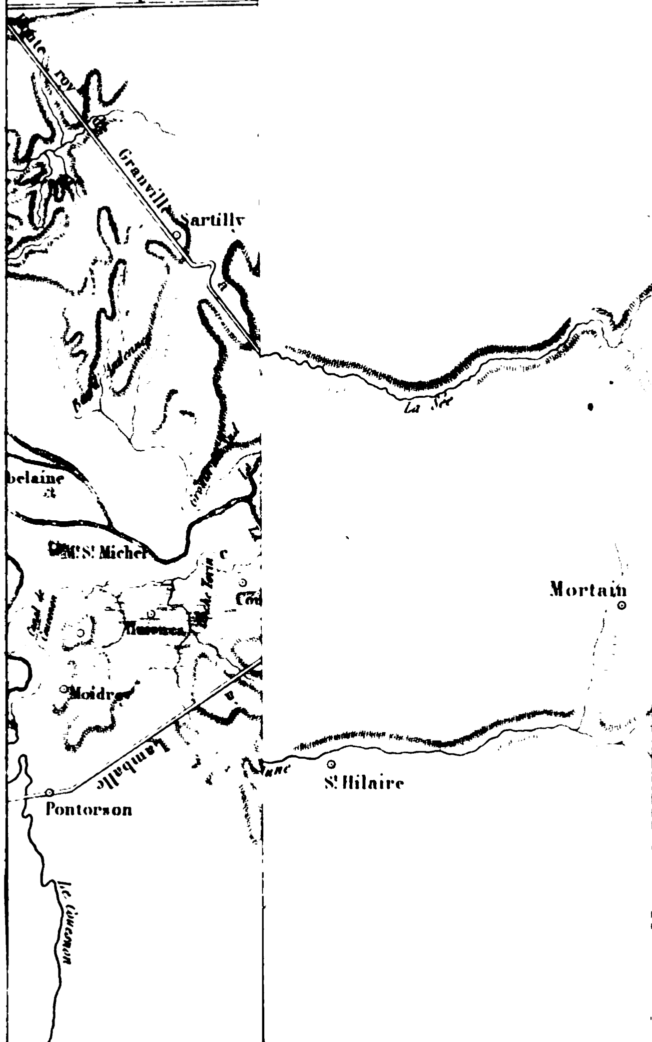
30 mètres.

10 mètres.

6 mètres.

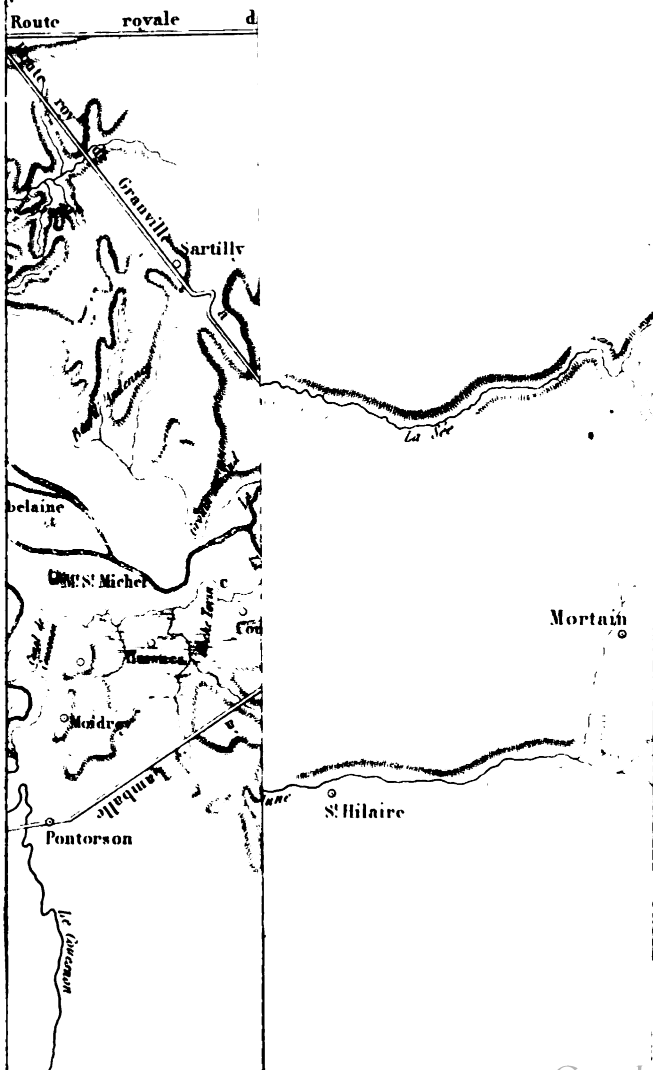
Gravé par Adam et Lemaître

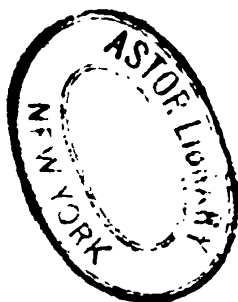



Carte de S.t Michel
Route royale d
Granville
Sartilly
La Sée
Mortain
M.t S.t Michel
Moidrey
Pontorson
S.t Hilaire
le Couesnon



Carte de St Michel




ASTOR LIBRARY
NEW YORK

17

thickton.

Fig. 4.

de limit

Granite

iste mel

te des ba

Gra

a

Vicaschist

ettes

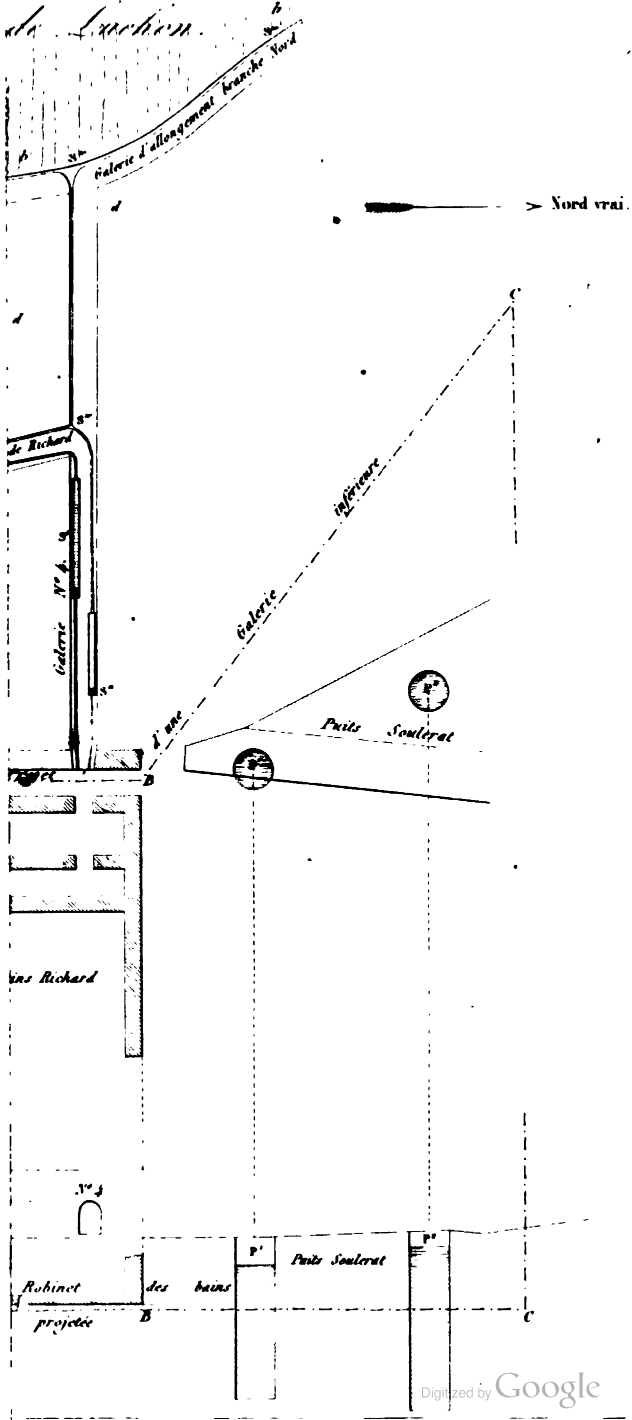
de la Gat

atterisseme

N° 3.

Fig.




Galerie d'allongement branche Nord
Nord vrai.
Galerie inférieure
d'une
Galerie N° 4
de Richard
Puits Soulerat
ins Richard
N° 4
Puits Soulerat
Robinet
des bains
projetée
B
C


ASTOR
NEW YORK